



SEEMP y análisis de su influencia en el sector naviero español

Proyecto final de carrera Licenciatura en máquinas navales

Autor: José García de las Bayonas Martínez

Tutor: Francesc Xavier Martínez de Oses

10/09/2013

Trabajo final de carrera de la titulación de Licenciatura en máquinas navales impartida en la Facultad de Náutica de Barcelona, referente a las modificaciones añadidas en el anexo VI del MARPOL, referente al SEEMP.

1. ÍNDICE

Contenido

1. ÍNDICE	1
2. OBJETO DEL TRABAJO	5
2.1 Objeto del trabajo	6
3. OMI	7
2.2 ¿Qué es la OMI?	8
2.2.1 Convenios.....	9
2.3 Organización	9
2.3.1 Asamblea.....	10
2.3.2 Consejo	12
2.3.3 Comité de seguridad marítima	13
2.3.4 MEPC.....	13
2.4 Algunas resoluciones del MEPC	14
3. MARPOL.....	16
3.1 Que es el MARPOL	17
3.2 Estructura.....	17
3.3 Atribuciones	18
3.4 Datos relevantes	18
3.5 Últimas resoluciones.....	20
4. ANEXO VI	22
4.1 Formato.....	23
4.1.1 Óxidos de azufre	23
4.1.2 Óxidos de nitrógeno.....	24
4.1.3 Substancias que agotan la capa de ozono	25
4.1.4 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano.....	25
4.1.5 Contaminantes derivados de la reacción del Carbono.	26
4.2 Atribuciones	27
4.3 Datos relevantes	28

5. SEEMP.....	30
5.1 ¿Qué es?	31
5.2 Innovaciones.....	31
5.3 Objetivo	33
5.4 Validez internacional	36
5.5 Año de entrada en vigor	37
5.6 Atribuciones.....	37
6. SECTOR NAVIERO ESPAÑOL	38
6.1 ¿Qué es?	39
6.2 Volumen	40
6.3 Elementos más influyentes del sector.....	42
6.3.1 Astilleros	42
6.3.2 Puertos	44
6.3.3 Buques.....	52
7. INFLUENCIA EN ESPAÑA.....	56
7.1 Influencia en el sector naviero español.....	58
7.2 Futuros cambios en el negocio	58
7.3 Astilleros	59
7.4 Puertos	60
7.4.1 Cold Ironing	60
7.4.2 Reducción tiempo de escala.....	65
7.5 Buques.....	65
7.5.1 Modificaciones en el buque	66
7.5.2 Optimización de la velocidad	66
7.6 Previsión de beneficios o pérdidas.....	68
8. CONCLUSIONES	70
8.1 Conclusiones.....	72
9. Bibliografía	73

9.1 Bibliografía	74
9.2 Enlaces	74
10.Agradecimientos.....	76
10.1 Agradecimientos	77

2. OBJETO DEL TRABAJO

2.1 Objeto del trabajo

El trabajo tiene como objeto el estudio de las nuevas normativas internacionales sobre la reducción de producción de CO₂, gracias a un aumento de eficiencia en las diversas actividades navieras.

El trabajo por tanto estudiará el cuerpo, la forma, y el contenido de dicha norma, así como el sector sobre el que se aplica, el naval, que dada a su gran dependencia de las energías fósiles, se verán en gran parte afectados por esta nueva norma.

También será objeto del trabajo el sector naviero español, teniendo en cuenta sus cualidades, sus dimensiones y la importancia dentro de la economía española. Desarrollando en el mismo, algunos de los apartados de este sector, según su importancia y los potenciales efectos de la norma sobre ellos.

Los nuevos ingenios ideados para ayudar al cumplimiento de la norma serán analizados tanto por su envergadura, dificultades técnicas, coste, ventajas e inconvenientes. Por tanto se analizará el Cold Ironing, y también el caso práctico del estudio sobre el uso de gas licuado en los motores de tipo dual para los buques de pasaje.

Por último, las potenciales medidas a aplicar serán revisadas y estudiada su viabilidad, así como un estudio de campo del impacto en la economía del sector que se está produciendo.

3. OMI

2.2 ¿Qué es la OMI?

La OMI es la organización marítima internacional, un organismo dependiente de naciones unidas, que promueve la organización entre estados y la industria del transporte, para mejorar la seguridad marítima, y prevenir la contaminación marítima, dando como fruto el **Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS)** y el **Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques (MARPOL 73/78)**. Su sede se encuentra en Londres, Reino unido.

La organización fue creada por el Convenio de 6 de marzo de 1948 constitutivo de la Organización Marítima Internacional. Las primeras reuniones datan del 1959. Originalmente tenían carácter consultivo, por lo que se la conocía como OCMI (Organización Consultiva Marítima Internacional) o IMCO por sus siglas en inglés y sus recomendaciones eran de carácter optativo.



1. Imagen: Sede de la OMI en Londres

2.2.1 Convenios

Los convenios, son documentos acordados y ratificados por la mayoría de países que forman parte de la OMI, y en los países que se firman y acuerdan se convierten en leyes de obligado cumplimiento, y éstos a su vez si lo desean les llega el compromiso de hacer efectiva esas disposiciones a bordo de los buques que tengan derecho a enarbolar su pabellón.

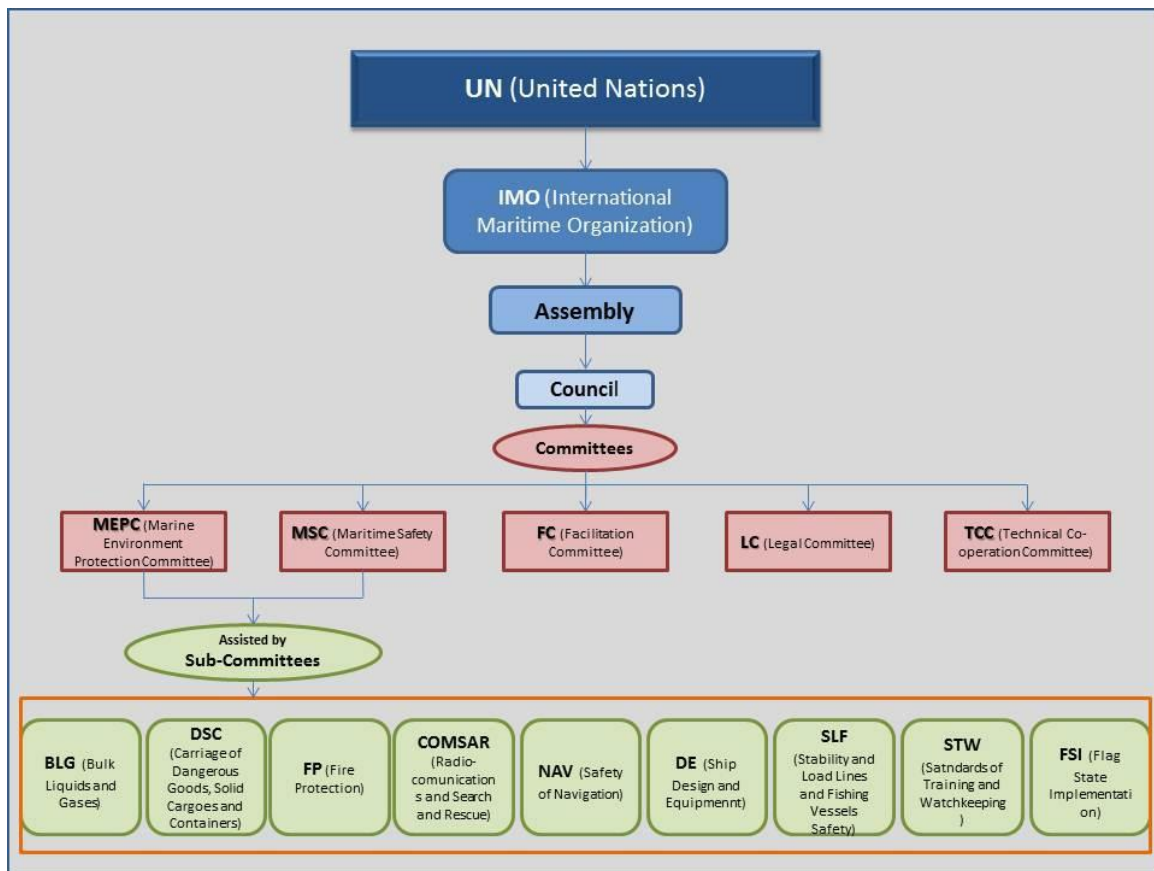
Los principales convenios existentes son:

- Convenio SOLAS
- Convenio internacional sobre líneas de carga
- Convenio internacional sobre arqueo de buques
- Convenio MARPOL
- Reglamento internacional para prevenir los abordajes en el mar
- Convenio SAR
- Convenio Internacional sobre Preparación, Respuesta y Cooperación contaminación por hidrocarburos.

2.3 Organización

La Organización estará constituida por una Asamblea, un Consejo, un Comité de Seguridad Marítima, un Comité Jurídico, un Comité de Protección del Medio Marino, un Comité de Cooperación Técnica, un Comité de Facilitación y los órganos auxiliares que la organización juzgue necesario crear en cualquier momento, y una Secretaría.

La Organización Marítima Internacional está organizada del modo que se presenta en el siguiente esquema:



2. Ilustración: Estructura OMI

2.3.1 Asamblea

La asamblea es el órgano donde se reúnen todos los miembros de la OMI. La asamblea se reúne en periodos de sesiones ordinarias una vez cada dos años.

Las funciones de la asamblea son:

- Elegir entre sus miembros, no comprendidos los miembros asociados, en cada período de sesiones ordinario, un presidente y dos vicepresidentes que permanecerán en funciones hasta el siguiente período de sesiones ordinario.
- Establecer su propio reglamento interior, salvo disposición en otro sentido que pueda figurar en el Convenio.

- c) Constituir los órganos auxiliares temporales o, siguiendo la recomendación del Consejo, permanentes, que juzgue necesarios.
- d) Elegir los miembros que hayan de estar representados en el Consejo de conformidad con lo dispuesto en el artículo 17.
- e) Hacerse cargo de los informes del Consejo y examinarlos, y resolver toda cuestión que le haya sido remitida por el Consejo.
- f) Aprobar el programa de trabajo de la organización.
- g) Someter a votación el presupuesto y establecer las medidas de orden financiero de la organización
- h) Revisar los gastos y aprobar las cuentas de la organización.
- i) Desempeñar las funciones propias de la organización a condición, no obstante, de que las cuestiones relacionadas con los párrafos a y b del artículo 2 sean remitidas por la Asamblea al Consejo para que este formule las recomendaciones o prepare los instrumentos pertinentes, a condición, además, de que cualesquiera recomendaciones o instrumentos sometidos por el Consejo a la Asamblea y no aceptados por esta sean remitidos de nuevo al Consejo a fines de examen ulterior, con las observaciones que la Asamblea pueda haber hecho.
- j) Recomendar a los miembros la aprobación de reglas y directrices relativas a la seguridad marítima, a la prevención y contención de la contaminación del mar ocasionada por los buques y a otras cuestiones relacionadas con los efectos de la navegación marítima en el medio marino, asignadas a la organización por aplicación directa de instrumentos internacionales o en virtud de lo dispuesto en estos, o la aprobación de las enmiendas a tales reglas y directrices que le hayan sido remitidas.
- k) Tomar las medidas que estime apropiadas para fomentar la cooperación técnica de conformidad con el artículo 2.e, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo.
- l) Decidir en cuanto a la convocación de toda conferencia internacional o a la adopción de cualquier otro procedimiento idóneo para la aprobación de convenios internacionales o de enmiendas a cualesquiera convenios internacionales que hayan sido preparados por el Comité de Seguridad Marítima, el Comité Jurídico, el Comité de Protección del Medio Marino, el Comité de Cooperación Técnica, el Comité de Facilitación u otros órganos de la Organización.

- m) Remitir al Consejo, para que este las examine o decida acerca de ellas, todas las cuestiones que sean competencia de la organización, con la salvedad de que la función relativa a la formulación de recomendaciones en virtud del párrafo j del presente artículo no podrá ser delegada.

2.3.2 Consejo

El Consejo estará integrado por 40 miembros elegidos por la Asamblea. En la elección de Miembros del Consejo, la Asamblea observará los siguientes criterios:

- Diez serán Estados con los mayores intereses en la provisión de servicios marítimos internacionales;
- Diez serán otros Estados con los mayores intereses en el comercio marítimo internacional;
- Veinte serán los Estados no elegidos con arreglo a lo dispuesto en anteriormente, que tengan intereses especiales en el transporte marítimo o en la navegación y cuya integración en el Consejo garantice la representación de todas las grandes regiones geográficas del mundo.

El Consejo elegirá a su presidente y, con aprobación de la Asamblea, nombrará al Secretario General. Asimismo tomará también disposiciones para el nombramiento del personal que pueda ser necesario

Establecerá su reglamento interior y se reunirá con la frecuencia que sea necesaria para el buen desempeño de sus funciones.

Entre sus funciones se encuentran:

a) El Consejo examinará los proyectos de programa de trabajo y de presupuesto preparados por el Secretario General considerando las propuestas del Comité de Seguridad Marítima, el Comité Jurídico, el Comité de Protección del Medio Marino, el Comité de Cooperación Técnica, el Comité de Facilitación u otros órganos de la Organización y, teniendo éstas presentes, establecerá y someterá a la consideración de la Asamblea el programa de trabajo y el presupuesto de la Organización, habida cuenta de los intereses generales y prioridades de la Organización.

b) El Consejo se hará cargo de los informes, propuestas y recomendaciones del Comité de Seguridad Marítima, el Comité Jurídico, el Comité de Protección del Medio Marino, el Comité de Cooperación Técnica, el Comité de Facilitación u otros órganos de la Organización y, junto con sus propias observaciones y recomendaciones, los transmitirá a la Asamblea o, si ésta no está reunida, a los Miembros, a fines de información.

c) Las cuestiones regidas por los artículos 28, 33, 38, 43 y 48 del Convenio Constitutivo no serán examinadas por el Consejo hasta conocer la opinión del Comité de Seguridad Marítima, el Comité Jurídico, el Comité de Protección del Medio Marino, el Comité de Cooperación Técnica o el Comité de Facilitación, según proceda.

Asimismo, el Consejo podrá concretar acuerdos o arreglos referentes a las relaciones de la organización con otras organizaciones, de conformidad con lo dispuesto en la parte XVI. Dichos acuerdos o arreglos estarán sujetos a la aprobación de la Asamblea.

2.3.3 Comité de seguridad marítima

Está regulado en la Parte VII del Convenio de 6 de marzo de 1948 constitutivo de la Organización Marítima Internacional hecho en Ginebra.

El Comité de Seguridad Marítima (CSM) es el encargado de examinar todas las cuestiones que sean competencia de la organización en relación con ayudas a la navegación, construcción y equipo de buques, dotación desde un punto de vista de seguridad, reglas destinadas a prevenir abordajes, manipulación de cargas peligrosas, procedimientos y prescripciones relativos a la seguridad marítima, información hidrográfica, diarios y registros de navegación, investigación de siniestros marítimos, salvamento de bienes y personas, y toda otra cuestión que afecte directamente a la seguridad marítima.

El Comité de Seguridad Marítima someterá a la consideración del Consejo:

- Las propuestas de reglas de seguridad o de enmiendas a reglas de seguridad, que el comité haya elaborado.
- Las recomendaciones y directrices que el comité haya elaborado.
- Un informe acerca de la labor desarrollada por el comité desde la celebración del precedente período de sesiones del Consejo.

2.3.4 MEPC

El comité encargado de los asuntos pertinentes a las emisiones de gases contaminantes es el MEPC (Marine Environment Protection Committee) o en sus siglas en español CPMM (Comité de Protección del Medio ambiente Marino), este comité en sus labores de regulación de emisiones de gases contaminantes y demás sustancias nocivas para el medio ambiente, se encuentra asistido por nueve sub-comités siendo estos: BLG (Bulk Liquids and Gases), DSC (Carriage of Dangerous Goods, Solid cargoes and Containers), FP (Fire Protection), COMSAR (Radio-communications and

Search and Rescue), NAV (Safety of Navigation, DE (Ship Design and Equipment), SLF (Stability and Load Lines and Fishing Vessels Safety), STW (Standards of Training and Watchkeeping) y el FSI (Flag State Implementation).

2.4 Algunas resoluciones del MEPC

- MEPC 170(57) Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape.
- MEPC 182(59) Directrices relativas al muestreo del fueloil para determinar el cumplimiento de lo dispuesto en el Anexo VI revisado del convenio marpol, 2009
- MEPC 183(59) Directrices para la vigilancia del contenido medio de azufre a escala mundial del fueloil residual suministrado para uso a bordo de buques, 2009
- MEPC 198(62) Directrices de 2011 para abordar aspectos adicionales del código técnico sobre los NO_x 2008 relativos a prescripciones específicas aplicables a los motores diésel marinos equipados con sistema de reducción catalítica selectiva (SCR)
- MEPC 203(62) Enmiendas al anexo del protocolo de 1997 que enmienda el convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978 (Inclusión de reglas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del Convenio MARPOL)
- MEPC 212(63) Directrices de 2012 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) Obteniendo para los buques nuevos.
- MEPC 213(63) Directrices de 2012 para la elaboración de un plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP)
- MEPC 214(63) Directrices de 2012 sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI)
- MEPC225(64) Enmiendas de 2012 al código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código CIQ).
- MEPC 226(64) Designación del banco de Saba como zona marina especialmente sensible
- EL MEPC se encarga de revisar y elaborar todas las enmiendas que cree necesarias del Convenio MARPOL 73/78.

- MEPC.19(22) Aprobación del Código internacional para la construcción y el equipo del buque que transporta productos químicos peligrosos a granel Código Internacional de Químicos (Código CIQ).
- MEPC 58 el 8 de octubre de 2008 aprobó el Código Técnico de NO_x

3. MARPOL

3.1 Que es el MARPOL

Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques o MARPOL 73/78, es un conjunto de normativas internacionales con el objetivo de prevenir la contaminación por los buques. El convenio MARPOL es uno de los convenios desarrollados por la OMI (organización marítima internacional).

El convenio MARPOL 73/78 (abreviación de polución marina y años 1973 y 1978) se aprobó inicialmente en 1973, pero durante años no entró en vigor. La matriz principal de la versión actual es la modificación mediante el Protocolo de 1978 y ha sido modificada desde entonces por numerosas correcciones. Entró en vigor el 2 de octubre de 1983. Actualmente 119 países lo han ratificado.

Su objetivo es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales.

3.2 Estructura

El convenio consta de una Introducción; el texto del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1973 el Protocolo de 1978 relativo al Convenio 1973; Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio de 1973 modificado por el Protocolo de 1978 y Seis Anexos que contienen reglas que abarcan las diversas fuentes de contaminación por los buques:

- **Anexo I.-** Reglas para prevenir la contaminación por Hidrocarburos.
- **Anexo II.-** Reglas para prevenir la contaminación por Sustancias Nocivas Líquidas Transportadas a Granel.
- **Anexo III.-** Reglas para prevenir la contaminación por Sustancias Perjudiciales Transportadas por Mar en Bultos. Se trata de un anexo opcional ya que el transporte de mercancías peligrosas esta reglado por el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.
- **Anexo IV.-** Reglas para prevenir la contaminación por las Aguas Sucias de los Buques.

- **Anexo V.-** Reglas para prevenir la contaminación por las Basuras de los Buques.
- **Anexo VI.-** Reglas para prevenir la contaminación Atmosférica ocasionada por los Buques. Este anexo entró en vigor el 19 de mayo de 2005.

3.3 Atribuciones

El MARPOL es un tratado que se aplica a todos los buques de la flota mundial, cada uno de los apartados tiene un rango de aplicación según el anexo, usando como referencias, el tamaño, uso, cantidad de tripulantes y pasaje o la zona de navegación.

No se aplica a buques de guerra, unidades navales, ni a buques del Estado que momentáneamente operen con carácter gubernamental no comercial, teniendo en cuenta el objetivo del MARPOL sin perjudicar las operaciones de dichos buques.

No se aplicará el convenio a buques exclusivamente fluviales o lacustres, como tampoco a buques de menor tamaño que los exigidos por las reglas del convenio.

Los informes sobre transgresiones y acciones tomadas deberán ser enviados a la OMI, al gobierno del Estado del buque y a los Estados que pudieran ser afectados.

Todo Estado podrá declarar que no acepta alguno o ninguno de los anexos facultativos del MARPOL. En este caso, podrán aportar enmiendas a los tratados o convenios.

3.4 Datos relevantes

A consecuencia del accidente que el petrolero Torrey Canyon, el cual llevaba 120.000 toneladas de petróleo, surgió el MARPOL.

El MARPOL se elabora el 1978, y se fue rectificando hasta que se aprobó el 1983. En los años 80 se comienza a trabajar con la OMI, al mismo tiempo que se comienzan a observar indicios del cambio climático, lo cual lo hacía ver como una realidad y se necesitaban encontrar soluciones para frenarlo.

Los primeros pasos fueron en la lucha contra las sustancias que atacan el ozono que se utilizan como refrigerantes o bien como gases para prevenir los incendios. Más tarde, tocó el turno de los gases derivados del nitrógeno y el azufre.

El año 1991 se adoptó la resolución A.719(17), donde se aprobó el anexo VI del MARPOL, que no se añadió hasta el 1997.

Ese mismo año, en la conferencia del MARPOL convocada por la OMI, se trató el tema de las emisiones de GEH. Se aprobó la resolución 8 sobre las emisiones de CO₂ de los buques. En esta resolución se pidió a la OMI que cooperase con la UNFCCC en el intercambio de información de temas relacionados con las emisiones de GEH, i que se hiciera un estudio sobre las emisiones de GEH procedentes de los buques con la finalidad de saber la cantidad que se produce y que se intenten proponer soluciones por tal de reducirlas.

Así, el año 2000, **el estudio de la OMI sobre las emisiones de GEH** se presentó en la sesión número 45 del MEPC y el documento se pasó a llamar MEPC 45/8.

Este estudio dio como resultado que el total de participación de los buques a la emisión de GEH era de un 1,8%. El estudio lo realizó un consorcio de institutos de renombre internacional y se extrajo la conclusión de que no había ningún otro sector del transporte con una eficiencia superior a la del transporte marítimo por tonelada y milla.

En el 2003, la asamblea de la OMI adoptó la resolución A.963(23) con el título **“IMO Policies and Practices related to the reduction of Greenhouse Emissions from Ships”**.

En este documento se recoge lo que la OMI encargó al comité del MEPC, el objetivo siguiente:

- Como a principal objetivo de esta resolución, se llegó a un acuerdo sobre la aprobación de realizar una metodología que permitiera calcular las emisiones de CO₂ que emiten los buques, y que esta, se pudiese llevar a cabo.

No fue hasta julio del 2005 que se aprobó la llamada **IMO’s “Interim Guidelines for Voluntary Ship CO₂ Emission Indexing for Use in Trials”**, documento que corresponde al nombre MEPC/Circ. 471. Esta guía para calcular las emisiones del buque no es obligatoria.

El objetivo que tiene es el de establecer una aproximación de índice de emisiones de CO₂ del buque, que permite que los armadores puedan conocer las emisiones provenientes de sus buques.

La metodología, es un plan de gestión energético, que compara una orientación sobre las mejores prácticas para el consumo eficiente de combustible. Así como un índice con la finalidad de ayudar a los armadores a obtener los valores de eficiencia energética de su flota.

Los armadores tienen un incentivo muy grande al intentar reducir el consumo de combustible y reducir así mismo las emisiones de CO₂, que son los valores que van directamente relacionados. Además, el precio del combustible representa cada vez más un gasto a tener muy en cuenta en el concepto de gastos del buque, ya que el precio de este ha crecido mucho en los últimos años, hasta casi triplicarse.

El módulo GISIS (**Global Integrated Shipping information System**), es una central de datos donde aparecen unos resultados obtenidos de las pruebas que se han hecho a centenares de buques para la OMI.

En estos estudios se observó, que buques idénticos y en trayectos similares, producían resultados en sus emisiones, muy diferentes. Esto lo atribuyeron a posibles cambios meteorológicos o bien en cambios en la manera de hacer funcionar el buque. Como podría ser los tiempos de estancia en puerto, la duración de los viajes en lastre, entre otras causas.

Este módulo es público y se pueden añadir datos desde el 2008.

Un año más tarde, se aprobó la resolución MEPC 55, llamada **“Work plan to identify and develop the mechanisms needed to achieve the limitation or reduction of CO₂ emissions from international shipping”**.

En el 2009 se hace referencia de nuevo. El MEPC 59 contiene una manera de calcular el índice de CO₂ de una forma mejorada respecto a la de la circular del MEPC/Circ. 471.

El 15 de julio de 2011, se avanza en esta línea, y aparece el MEPC.203(62) que se presenta como un conjunto de enmiendas bajo este nombre **“Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)”** que viene a ahondar en la necesidad de mejorar la eficiencia energética de los buques. Con estas enmiendas que inician su aplicación en los buques de nueva construcción a partir del 1 de enero de 2013, los que se vean sometidos a grandes reparaciones, y los buques cuya fecha de entrega sea posterior al 2015. Se prevé, que con esta normativa habrá una reducción de la contaminación atmosférica por el CO₂ generado por los buques de hasta un 30%.

3.5 Últimas resoluciones

A fecha de hoy, las últimas resoluciones vinculadas con la protección de la capa de ozono y la búsqueda de reducir el impacto en forma de emisiones del CO₂ son las vinculadas a las resoluciones 203(62 y 63).

En el 2013, se realizaron una serie de adaptaciones relacionadas con el cálculo del coeficiente EIAPP, en el MEPC.245(66). Que aunque no añade cambios significativos en el método de cálculo, si lo hacen en algunos de los parámetros, obteniendo unos nuevos coeficientes de eficiencia. Además

de añadir el certificado EIAPP de los motores, como un documento indispensable para realizar la substitución de un motor por otro idéntico. Lo cual añade poco a poco más importancia a este documento.

4. ANEXO VI

4.1 Formato

El anexo VI del MARPOL regula diferentes tipos de sustancias emitidas por los buques a la atmosfera dependiendo de sus características y separándolos según los problemas que ocasionan. Se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

4.1.1 Óxidos de azufre

Los óxidos de azufre son los culpables de la lluvia acida. Normalmente los fueles que consumen los buques, llevan un porcentaje en azufre bastante elevado, que viene regulado por una directiva que aprobó el MEPC sobre las cantidades máximas de azufre que pueden tener los combustibles marinos. También es importante que sea baja esa cantidad ya que puede causar problemas en los motores y en los tanques de almacenaje.

Esta es la reacción que causa el azufre tras la combustión, tras la que puede acabar produciendo ácido sulfúrico. Que al condensar puede provocar lluvia acida.

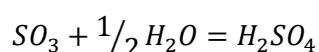
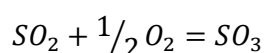
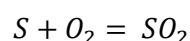


Ilustración: Formulación ácido sulfúrico

El MEPC realizó la **directiva 2005/33/CE**, que és una modificación de la **directiva 1999/32/CE**. Esta directiva tiene la finalidad de controlar todos los aspectos relacionados con el contenido de azufre de los combustibles de uso marítimo, marcando los límites de azufre (porcentaje en masa) a los combustibles.

Es un valor que comparado con otros sectores de transporte, es muy elevado.

Tipo de combustible	% límite de azufre	Entrada en vigor
Marine Diésel Oil (MDO)	0,1%	1 de enero de 2008 para buques de alta mar.
	0,1%	1 de enero de 2008 para buques en puertos de la CE
Marine Fuel Oil (MFO)	1,5%	Agosto del 2006 para buques en alta mar en aguas de la UE
	0,1%	1 de enero de 2010 para buques en puertos de la CE

Tabla: Limite de azufre para los combustibles: Fuente (directiva 2005/33/CE)

Se ha de considerar que el porcentaje de azufre que se transforma en SO₂ es de un 97,75%. Estas emisiones se producen en el buque básicamente en los motores principales y en los motores auxiliares, que es donde se quema el combustible. El límite de azufre que está permitido por el MARPOL es, de como mucho, un 4,5% de su masa/masa.

Por tal de evitar las emisiones de estos contaminantes, lo que se puede hacer es:

- Utilizar los combustibles, con bajos contenidos de azufre
- Tratar los gases de escape

4.1.2 Óxidos de nitrógeno

Hay un límite de emisión para estas sustancias. Existe un código técnico que dice como se ha de llevar a cabo la medición.

Los óxidos de nitrógeno se forman en la combustión, en los motores principales y calderas.

Se producen por diversas razones:

- Para un exceso de aire en la mezcla. La solución puede ser optimizar las condiciones de la combustión por tal de que estos compuestos no se formen. Es decir, haciendo participar menos oxígeno en la combustión por tal de que el nitrógeno no pueda reaccionar.
- Altas temperaturas en la combustión. Se ha de intentar reducir las zonas donde la temperatura en la combustión es muy elevada.
- También se pueden eliminar las emisiones una vez se han generado. Se pueden eliminar mediante catalizadores y mediante productos químicos, que reaccionan dando otras sustancias. Este es un tratamiento que requerirá bastante espacio y además requerirá de una gran inversión.

La regulación sobre estas emisiones se aprobó en el año 1997, y se aplica en los motores de más de 130 kW instalados más tarde del año 2000.

4.1.3 Substancias que agotan la capa de ozono

El anexo VI regula las emisiones que agotan la capa de ozono proveniente de los buques, en las cuales se incluyen los halógenos y fluorocarbonos. Los más importantes, son los clorofluorocarbonos (CFC), que actualmente está prohibido utilizarlos.

Las instalaciones que suelen utilizar estas substancias son las frigoríficas. En caso de no haber fugas en el circuito, el gas no llegaría nunca a la atmosfera. El problema aparece cuando se ha de hacer la substitución del refrigerante, lo que se solía hacer era dejarlo ir directamente a la atmósfera.

Estos compuestos tienen la característica de ser muy estables, esto significa que estarán mucho tiempo en suspensión antes de descomponerse.

Por tal de reducir las emisiones, solo se encontró la solución de dejarlos de utilizar. Actualmente no se fabrican, y los circuitos que hacían servir estos refrigerantes se adaptaron, cambiando algunos elementos, para funcionar con HCFC, que es un compuesto similar a los CFCs pero con la presencia de hidrógeno. La solución es temporal, ya que la normativa marca que en el 2020 estos productos no se podrán seguir utilizando.

4.1.4 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano

Los COVDM son substancias que se concentran en grandes cantidades en el aire. El problema que tienen, es que reaccionan con la presencia de la luz solar por culpa de los oxidantes fotoquímicos que dejan ir.

Se suelen producir por culpa en parte de los hidrocarburos que no se queman correctamente en la combustión, en los procesos de manipulación, o bien, en el transporte de los carburantes.

En el caso de los buques que transportan fuel, las emisiones de COVDM son bastante más importantes debido a su generación en los procesos de carga y descarga. Por otro lado, los buques que transportan cargas de químicos, normalmente licuados, también emitirán más cantidad, debido a que es muy fácil que se evapore una parte.

Estos compuestos se separan según su procedencia, depende de si provienen de hidrocarburos, o bien de hidrocarburos halogenados.

Para conseguir eliminar estas emisiones, lo que se suele hacer es quemar los gases, absorberlos o recuperarlos. Esto irá en función de la instalación del buque i de los deseos del armador. En algunos

casos, cuando la carga no se elimina, puede ser que interese recuperarla, todo y que eso, suponga un coste.

4.1.5 Contaminantes derivados de la reacción del Carbono.

Las reacciones que se producirán en buque provenientes de la reacción con el carbono con el oxígeno, son, el CO_2 i el CO .

El dióxido de carbono (CO_2) es fruto de la reacción de la combustión completa de un hidrocarburo con presencia de oxígeno. I en caso de haber falta de oxígeno, el componente resultante es el monóxido de carbono (CO).

Para que la combustión tenga continuidad, i produzca CO_2 han de haber tres componentes: Un hidrocarburo, una fuente de llama y oxígeno. Si falta uno de los tres componentes, la combustión no se podrá llevar a cabo, y por tanto, no habrá emisión de CO_2 .

- **El dióxido de carbono:**

El CO_2 es un gas que hasta la aparición del SEEMP no estaba regulado por el anexo VI del MARPOL.

Estas son las reacciones del carbono:

- Carbono: $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g)$
- Serie de los hidrocarburos:
 - o Metano: $\text{CH}_4(g) + 2 \times \text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2 \times \text{H}_2\text{O}(l)$
 - o Etano: $\text{C}_2\text{H}_6(g) + 5 \times \text{O}_2(g) = 2 \times \text{CO}_2(g) + 3 \times \text{H}_2\text{O}(l)$
 - o Propano: $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 7 \times \text{O}_2(g) = 3 \times \text{CO}_2(g) + 4 \times \text{H}_2\text{O}(l)$

Como podemos ver, cuanto más larga sea una cadena de un hidrocarburo más CO_2 producirá.

- También hay otras fuentes de CO_2 , son las que se forman naturalmente y que no se pueden evitar.
- Aunque las emisiones de CO_2 no estuvieron incluidas hasta hace poco tiempo dentro del anexo VI del MARPOL, desde el 2008 han de estar publicados de formas separadas los inventarios nacionales de los estados.

- **El monóxido de carbono:**

El monóxido de Carbono, a diferencia del CO₂, es un gas que se considera toxico ya que afecta al transporte de oxígeno por la sangre.

Estas emisiones son debidas a la mala combustión de los combustibles fósiles, son culpa de la falta de oxígeno. La cantidad que se produce de forma antropogénica es aproximadamente de un 10%.

<u>Contaminante</u>	<u>Aumento</u>
NO _x	37,6%
CO	34,2%
COVDM	47,9%
SO _x	130,4%
CO ₂	31,5%
CH ₄	45,9%
Mercaderías movidas en los puertos Españoles	28,2%

3. Tabla: Aumento de las emisiones de GEI. Fuente: Ministerio de fomento

La tabla refleja el aumento, en tanto por ciento, que ha habido en las emisiones de cada contaminante de GEI (Gas efecto invernadero) en concreto entre el año 2000 y lo que se prevé en 2020.

Se observa que el incremento del CO₂ respecto a los otros contaminantes, no es tan notable y esto va ligado al aumento que hay en el tráfico de mercancías. Esto es debido a que el CO₂ es un gas que es difícil de eliminar, por más tratamientos que se le haga al combustible, ya que forma una parte esencial de su composición. Y por tanto si crece el movimiento de un producto, crecerán las emisiones de CO₂.

4.2 Atribuciones

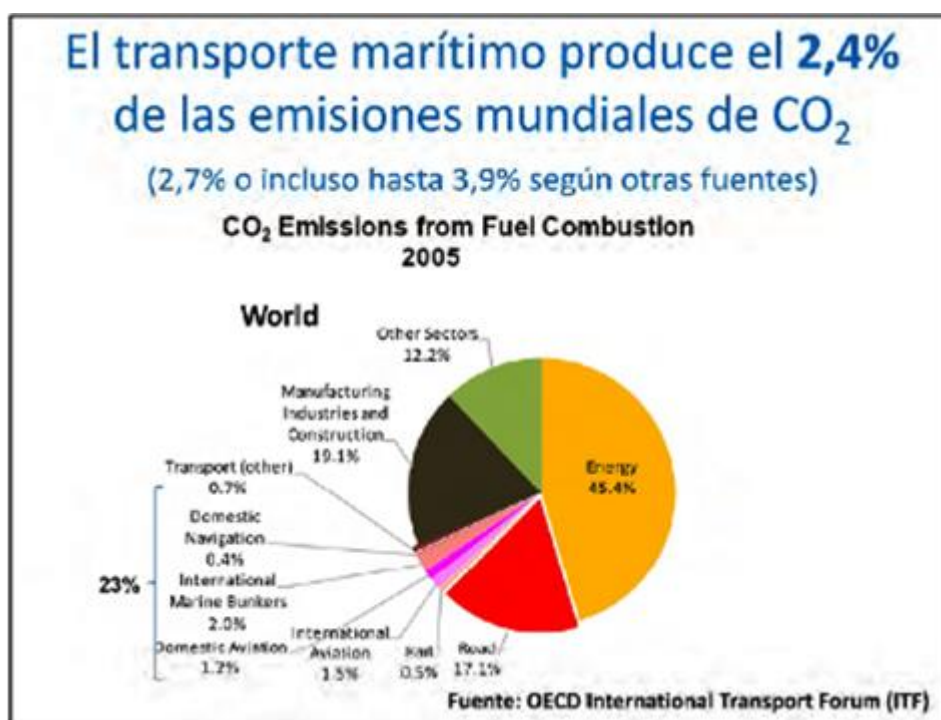
El anexo VI del MARPOL afecta a los buques, exceptuando aquellos buques que están especificados en las reglas 3, 5, 6, 13, 15, 18 y 19 y solo en estas reglas. Esto nos da idea de la importancia que tendrá este anexo en la navegación de todos los buques, y por tanto también a todos los buques que estén en puerto o astillero.

No se aplicarán estas normas en caso de que las emisiones sean necesarias para proteger la seguridad del buque o para salvar vidas en la mar.

Las averías sean resultantes de una avería sufrida por el buque o por parte de su equipo. En este caso, siempre que después de producirse la avería o de descubrirse la emisión se haya tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir al máximo la emisión. Siempre que el capitán o el propietario de la embarcación hayan actuado, ya sea con la intención de causar la avería o con la imprudencia temeraria y a sabiendas de que probablemente se produciría una avería.

4.3 Datos relevantes

El anexo VI es el anexo que vigila las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera. Es por eso importante saber, que el 2,4% de los gases de efecto invernadero cada año emitimos en forma de contaminación y que por tanto nos encontraremos en la atmosfera, provienen directamente del transporte marítimo. Eso pese a ser el medio de transporte más eficiente que podemos encontrar, en términos de emisión en toneladas de CO₂, dividido por tonelada de producto milla recorrida. Eso no quita el hecho de que el transporte marítimo es un medio de transporte que aunque muy eficiente aún se puede mejorar. Y es por eso que la aparición de la normativa SEEMP hace tanto hincapié en mejorar los rendimientos de los diversos equipos, mejorar las eficiencias de las rutas también a través del hecho de aumentar el coeficiente de carga de los buques para evitar que estos viajen en vacío con las autopistas del mar.



4. Porcentaje de las emisiones del transporte marítimo respecto otros transportes.

Hay que tener en cuenta, que en cambio es el 97% de la carga el que se está moviendo constantemente a través de este medio de transporte. Y que cualquier variación en el consumo de combustibles fósiles, la emisión de CO₂, o la eliminación de SO_x y NO_x nos llevará directamente a obtener resultados palpables a nivel mundial.

5. SEEMP

5.1 ¿Qué es?

O **Ship Energy Efficiency Management Plan (Plan de gestión de eficiencia energética del buque)**, es un documento de obligada realización, para todos los buques de más de 400 GT, desde el 1 de enero de 2013, que da imagen de que un buque ha seguido la normativa de la resolución MEPC.213(63). Es un plan que viene a substituir el ya implantado por las empresas en valor de la ISO 14001, echo que obligará a las compañías a intercambiar la información de un proyecto a otro, permitiendo hacer un análisis profundo de los parámetros que hay que tener en cuenta. Esto también dará pie a que se tenga que mejorar la vigilancia de la eficiencia ambiental de la explotación.

5.2 Innovaciones

Las principales innovaciones de esta resolución respecto a las anteriores, es que ya no solo intenta buscar una explicación para las emisiones de CO₂, sino, que busca la reducción de las emisiones en su conjunto, a través de acciones inespecíficas, ofreciendo libertad a las diversas empresas, para que estudien cual es la mejor manera para reducir sus emisiones contaminantes, además buscando en el proceso la reducción de sus costes de producción y explotación. Con lo que se busca que por el simple proceso de subida natural de los precios de los combustibles de origen fósil, la necesidad de aumentar la eficiencia de la maquinaria sea suficiente incentivo para el cumplimiento de esta nueva normativa. Añadiendo la necesidad de abaratar costes y facilitando la recuperación de las inversiones.

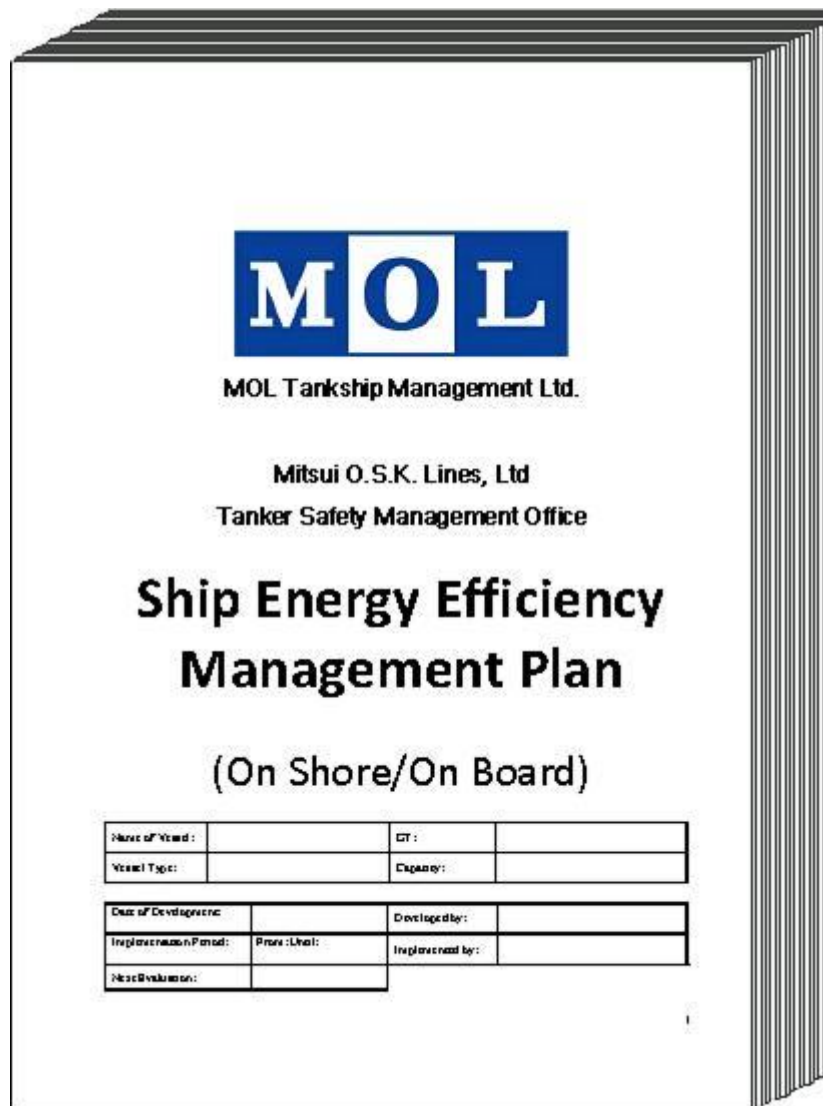


Ilustración: Ejemplo documentación SEEMP para buque

Una de las innovaciones más importantes es el documento a cumplimentar sobre la eficiencia energética de los buques. En la imagen que ha de ejemplo, se puede ver claramente cómo se distingue el termino on shore, para argumentar que será claro y notoria la diferencia de comportamiento del buque una vez este, esté atracado en alguna terminal o se disponga a realizar un procedimiento de toma de fuel. Las fases de realización de un SEEMP son:

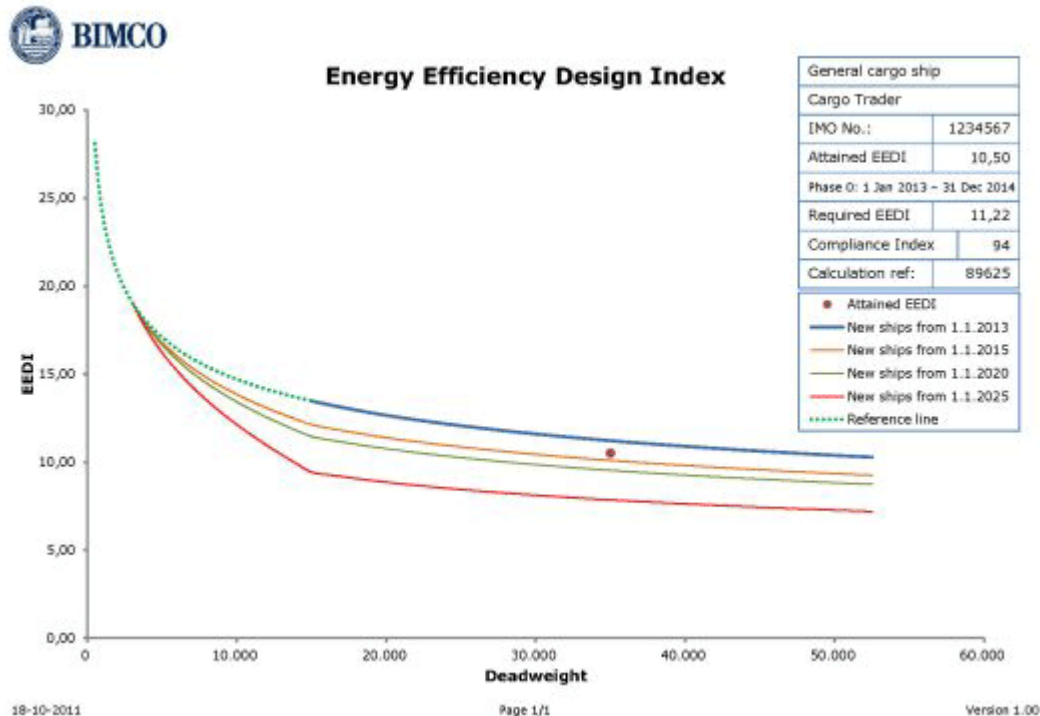
- **Planificación:** La planificación es la etapa más importante del SEEMP, ya que en ella se establece tanto la situación actual del consumo de energía de un buque como la mejora

prevista de la eficiencia energética del mismo. Por lo tanto, conviene dedicar suficiente tiempo a la planificación para que pueda elaborarse el plan más apropiado, eficaz y viable..

- **Implantación:** Una vez que el buque y la compañía hayan determinado las medidas que deben implantarse, es fundamental establecer un sistema de implantación de las medidas determinadas y seleccionadas mediante la elaboración de procedimientos para la gestión energética, la definición de tareas y la asignación de dichas tareas a personal cualificado. Por lo tanto, en el SEEMP debería describirse cómo implantar cada medida y quiénes son las personas responsables. Cabe considerar que la creación de tal sistema es parte de la planificación, y por lo tanto, puede ultimarse en la etapa de planificación.
- **Vigilancia:** Se debería hacer una vigilancia cuantitativa de la eficiencia energética aplicando un método establecido, preferiblemente una norma internacional. El EEOI elaborado por la Organización es una de las herramientas establecidas en el ámbito internacional para obtener un indicador cuantitativo de la eficiencia energética de un buque y/o de la flota en funcionamiento, y puede utilizarse con tal fin. Por lo tanto, podría considerarse el EEOI como el principal instrumento de vigilancia, aunque también pueden ser útiles otras medidas cuantitativas.
- **Autoevaluación:** Una vez realizado un periodo de pruebas, suficientemente extenso, se deberá comprobar que se han llegado a los objetivos previstos,
- **Mejora:** Cualquier plan de gestión siempre puede ser mejorado y en este caso dado que la normativa tiene una fase de aumento de exigencias será notorio que tendrá que ir variando el nivel de exigencias en el plan de ahorro energético y tendrá que ser revisado y mejorado cada vez que queramos llegar a nuevos objetivos.

5.3 Objetivo

El objetivo de esta normativa está en la reducción de hasta un 30% de la producción de CO₂ en las actividades relacionadas con el sector marítimo. También estipula un límite máximo de emisiones de CO₂ a través del cálculo de la formula EEDI sobre el cual no se deberá licitar la construcción de un buque



5. Gráfica: Índice de eficiencia en los buques según peso bruto, con diversas líneas de tiempo.

Estos son los objetivos del coeficiente de eficiencia energética que se persigue en los buques de nueva construcción desde el 2013 hasta el 2025, según su tonelaje bruto. En este grafico se puede observar como conforme mayor tonelaje se espera un mayor índice EEDI

Para calcular el EEDI tendremos acceso a dos tablas, en las cuales nos basaremos para la obtención del parámetro de eficiencia que estamos buscando, este se hallará aplicando 2 tablas que nos darán una idea según las características básicas del buque:

EEDI obtenidos $EEDI_{prescrito} = (1-X/100) \times \text{Valor del nivel de referencia}$

siendo X el factor de reducción especificado en el cuadro 1 para el EEDI prescrito en comparación con el nivel de referencia del EEDI.

Tipo de buque	Tamaño	Fase 0 [1 enero 2013 a 31 dic. 2014]	Fase 1 [1 enero 2015 a 31 dic. 2019]	Fase 2 [1 enero 2020 a 31 dic. 2024]	Fase 3 [A partir del 1 enero 2025]
Granelero.	20 000 TPM o más	0	10	20	30
	10 000 - 20 000 TPM	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Buque gasero.	10 000 TPM o más	0	10	20	30
	2 000 – 10 000 TPM	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Buque tanque.	20 000 TPM o más	0	10	20	30
	4 000 - 20 000 TPM	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Buque portacontenedores.	15 000 TPM o más	0	10	20	30
	10 000 -15 000 TPM	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Buque de carga general.	15 000 TPM o más	0	10	15	30
	3 000 - 15 000 TPM	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Buque de carga refrigerada.	5 000 TPM o más	0	10	15	30
	3 000 - 5 000 TPM	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Buque de carga combinada.	20 000 TPM o más	0	10	20	30
	4 000 - 20 000 TPM	n/a	0-10*	0-20*	0-30*

6. Gráfica: Índice de coeficiente energético según el tipo de buque.

* El factor de reducción se calculará por interpolación lineal entre los dos valores en función del tamaño del buque. El valor más bajo del factor de reducción se aplicará a los buques más pequeños.

Valor del nivel de referencia = $a \times b^c$ siendo a, b y c los parámetros que se especifican en el cuadro 2.

Tipo de buque	a	b	c
Granelero.	961,79	Peso muerto del buque.	0,477
Buque gasero.	1 120,00	Peso muerto del buque.	0,456
Buque tanque.	1 218,80	Peso muerto del buque.	0,488
Buque portacontenedores.	174,22	Peso muerto del buque.	0,201
Buque de carga general.	107,48	Peso muerto del buque.	0,216
Buque de carga refrigerada.	227,01	Peso muerto del buque.	0,244
Buque de carga combinada.	1 219,00	Peso muerto del buque.	0,488

Esta es la tabla de rendimientos deseados según el tipo de buques que estemos observando en cada momento, de forma que obtendremos un parámetro totalmente personalizado para cada tipo de buque teniendo en cuenta sus necesidades energéticas esenciales y auxiliares, su peso, también habrá que tener en cuenta que conforme más nos acerquemos al 2025, más exigente se hará la normativa.

5.4 Validez internacional

Los países firmantes de este convenio alcanzan ya prácticamente la totalidad de los países del mundo, y aunque las exigencias en la aplicación están pareciendo ser dispares, empieza a seguirse un camino común a la hora de buscar la eliminación de la contaminación generada en los entornos cercanos a las grandes ciudades, en los cuales interviene en una gran medida los puertos, puesto que pese a ser un sitio de alta eficiencia energética, la cantidad y concentración de actividad puede provocar una zona de una alta toxicidad concentrada en forma de contaminación aérea. Es por eso, que por ejemplo este año 2014 ha sido la primera vez que se ha acordado un plan de actuación para el futuro del tratado de kyoto.

5.5 Año de entrada en vigor

El convenio SEEMP se va a desarrollar por tramos, pero la entrada en vigor de la normativa SEEMP fue el 1 de enero de 2013. Pero como hemos podido observar, es una normativa que evolucionará conforme pasen los años, haciéndose cada vez más restrictiva y llevando un camino inexorable hacia el intento de obtener unos buques que contaminan menos en base a reducir su consumo. También habrá que tener en cuenta que junto a la aplicación hay una serie de normativas de comprobación que se basarán en unos documentos a cumplimentar por parte de la tripulación y la sociedad de clase, que cada vez se harán más necesarios para la realización de procedimientos en el buque.

5.6 Atribuciones

El SEEMP es una normativa en la cual afecta a todos los buques comprendidos en estos grupos.

- Granelero
- Buque gasero
- Buque tanque
- Buque portacontenedores
- Buque de carga general
- Buque de carga refrigerada
- Buque de carga combinada

6. SECTOR NAVIERO ESPAÑOL

6.1 ¿Qué es?

España es un país marítimo. Más de las tres cuartas partes del perímetro del territorio español es litoral. Las costas españolas miden 7.880 kilómetros; 3.200 kilómetros la vertiente mediterránea y 4.680 la atlántica.

El mar es la fuente tradicional de una parte muy importante de la riqueza que se genera en España. Nuestros astilleros están acreditados en el ámbito internacional y nuestro país es la primera potencia pesquera de Europa. Por la situación geoestratégica de nuestro país, los principales puertos españoles juegan un papel importante en los tráficos marítimos internacionales. Por añadidura, nuestras costas, nuestras playas, y la actividad de los cruceros de recreo que recalán en nuestras aguas, han sido el principal atractivo para desarrollar un potente sector turístico que se ha convertido en una de las principales partidas de ingresos de nuestro país en las últimas décadas.

El Sector Marítimo Español está constituido por actividades tales como:

- El transporte marítimo;
- La construcción naval;
- La ingeniería e industria auxiliar marítima;
- La pesca extractiva y la acuicultura marina;
- La industria náutica de recreo, marinas y puertos deportivos;
- Las energías de origen marino;
- La armada;
- Los puertos y servicios portuarios;
- Los servicios marítimos, así como los clústeres regionales;
- La investigación marina;
- Los agentes del sistema de I+D+i;
- Los organismos de formación;
- Los sindicatos, y las asociaciones de profesionales;

- Cultura, patrimonio y bienestar social;

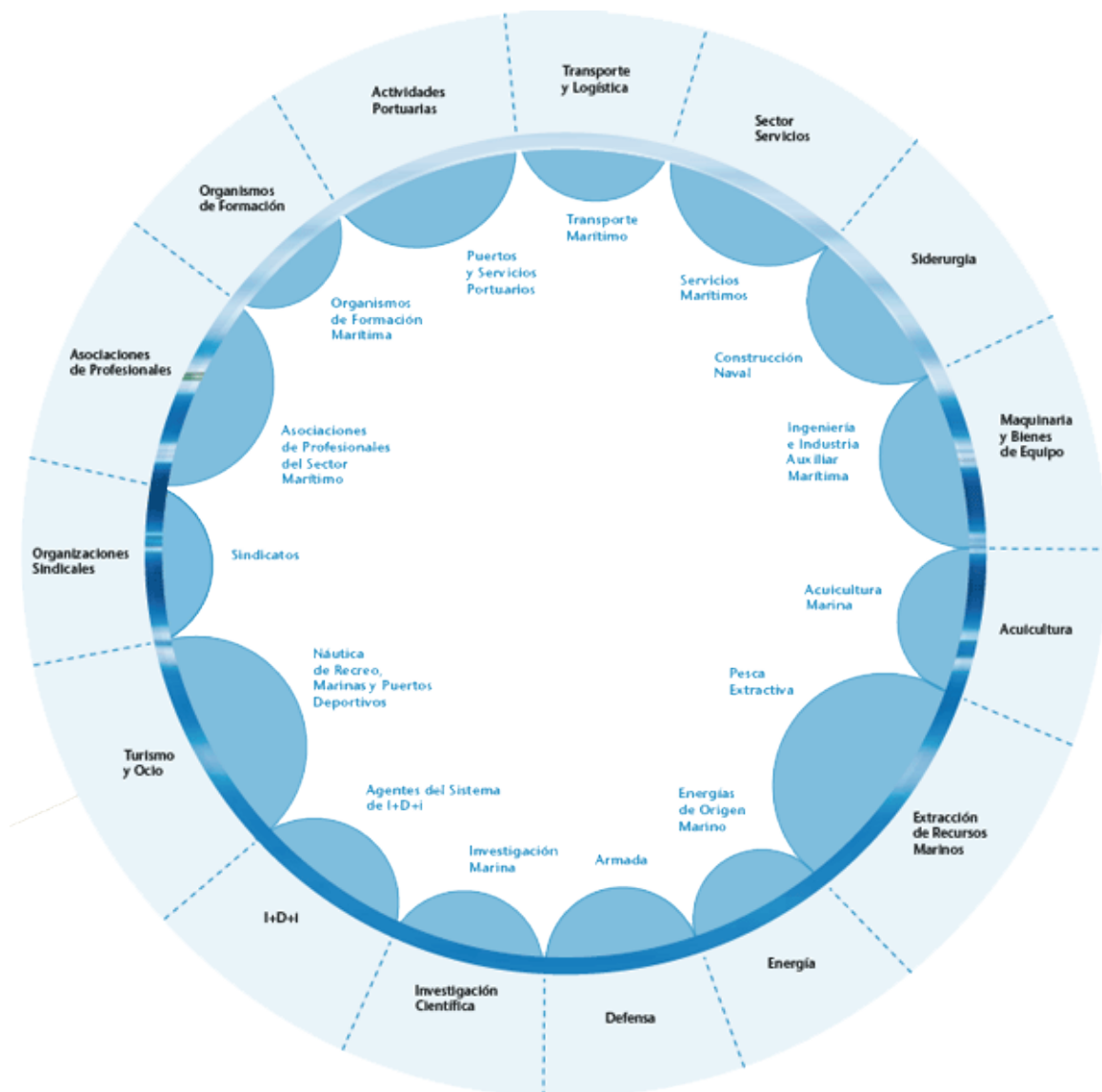


Ilustración: Sector marítimo español.

6.2 Volumen

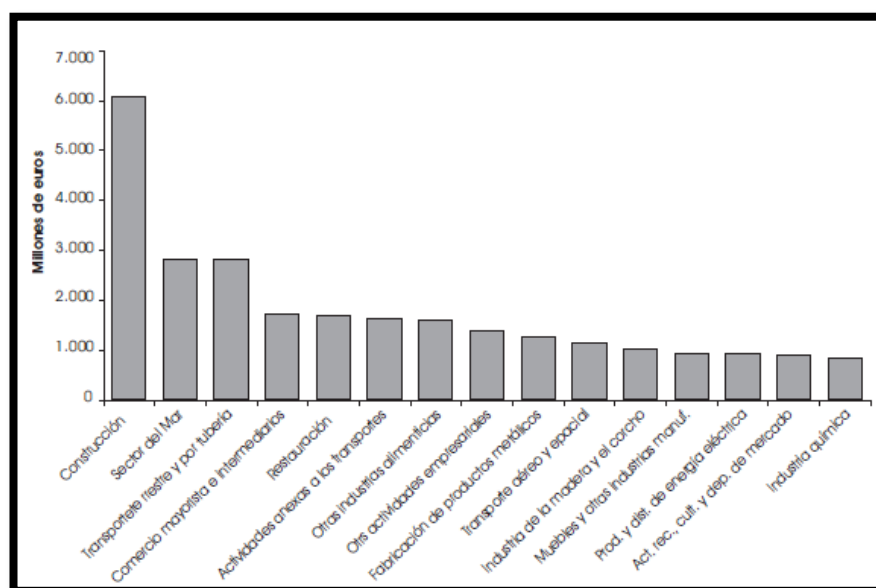


Ilustración: Principales clientes del sector del mar

El volumen de la producción efectiva del sector naviero en España representa un 2,56% del volumen total de la economía española, mueve 53.839 millones de euros al año. En términos de valor añadido bruto su significación es aún mayor, del 2,75%, pues se cifra en 26.873 millones de euros.

A este efecto directo de la actividad del sector del mar hay que añadirle el efecto indirecto que genera por su capacidad de arrastre, a través de sus compras y sus ventas a otros sectores de la economía, que genera una producción efectiva de 70.762 millones de euros y produce un VAB de 30.259 millones de euros, ocupando para ello a un total de 600.172 personas.

Año 2009	Efecto total	Efecto directo	Efecto indirecto	Efecto inducido
Producción efectiva	186.083	52.389	70.762	62.932
Valor añadido bruto	68.179	26.873	30.259	11.046
Empleo	1.298.955	461.511	600.172	237.272

Tabla: Impacto económico del sector del mar en la economía española

Agregando los efectos directo, indirecto e inducido se obtiene el impacto económico total del sector del

mar en el año 2009, que asciende a 186.083 millones de euros en términos de producción efectiva, lo que representa el 9,63% de la producción nacional total (Tabla 3). De esta cuantía, 68.179 millones de euros corresponden a la generación de valor añadido bruto, cifra que alcanza a representar el 6,96% del VAB de la

economía. En cuanto al impacto total sobre el empleo, asciende a 1.298.955 ocupados, un 6,47% del empleo total español.

Año 2009	Producción efectiva (millones de euros)	VAB (millones de euros)	Empleos (nº de ocupados)
Aportación del sector del mar	186.083	68.179	1.298.955
Peso del sector del mar en la economía española	9,63 %	6,96%	6,47%

Tabla: Peso del impacto económico total.

Año 2009	Efecto total	Efecto directo	Multiplicador
Producción efectiva	186.083	52.389	3,55
Valor añadido bruto	68.179	26.873	2,54
Empleo	1.298.955	461.511	2,81

Tabla: Multiplicadores del sector del mar

6.3 Elementos más influyentes del sector

Entre todos los elementos y departamentos que hemos observado en el sector marítimo español, nos quedaremos para estudiar su afectación a los Astilleros, a los puertos, y a los buques. Esto se debe a que estos tres elementos son sin duda como ya hemos visto, los más influyentes dentro de la economía del sector marítimo, además las futuras modificaciones que se preveían en el texto de la SEEMP tanto los buques como los astilleros, son los que más deberían marcar la tendencia de los cambios que se prevén en todo el sector, ya que es de estas dos fuentes de las que emana la gran mayoría de la actividad naviera española. Sin embargo, como ya podremos observar posteriormente, son los puertos los que están llevando la iniciativa de las modificaciones para ponerse al día en el campo normativo, debido en muchos casos, por las inversiones que se están realizando para la modernización del parque de puertos del estado.

Primero definiremos cada uno de ellos, con sus características más notables, así como su posición geográfica, su volumen de trabajo y sus características especiales, para luego, poder añadir contenido suplementario, que arroje información sobre lo que se está realizando en relación con la reducción de emisiones de gas invernadero.

6.3.1 Astilleros

Los astilleros en España, sobre todo los destinados a la fabricación de grandes buques, son astilleros estatalizados, en muchos casos, la única manera de hacer que sean rentables en momentos de la caída de la producción de buques en España a favor de los astilleros situados en asia, como el de Samsung. En muchos casos, consiguen mantener los puestos de trabajo o la situación así como sueldos de los trabajadores del astillero que en muchos casos supone

prácticamente la totalidad de ingresos en algunos pueblos. El estado consigue mantener estos astilleros debido a la producción de buques de guerra ya sea para una compra por parte del ministerio de defensa, o para en el mejor de los casos, ponerlo a la venta o realizar un buque pedido a medida debido a tratados internacionales de colaboración en materia armamentística o financiera.

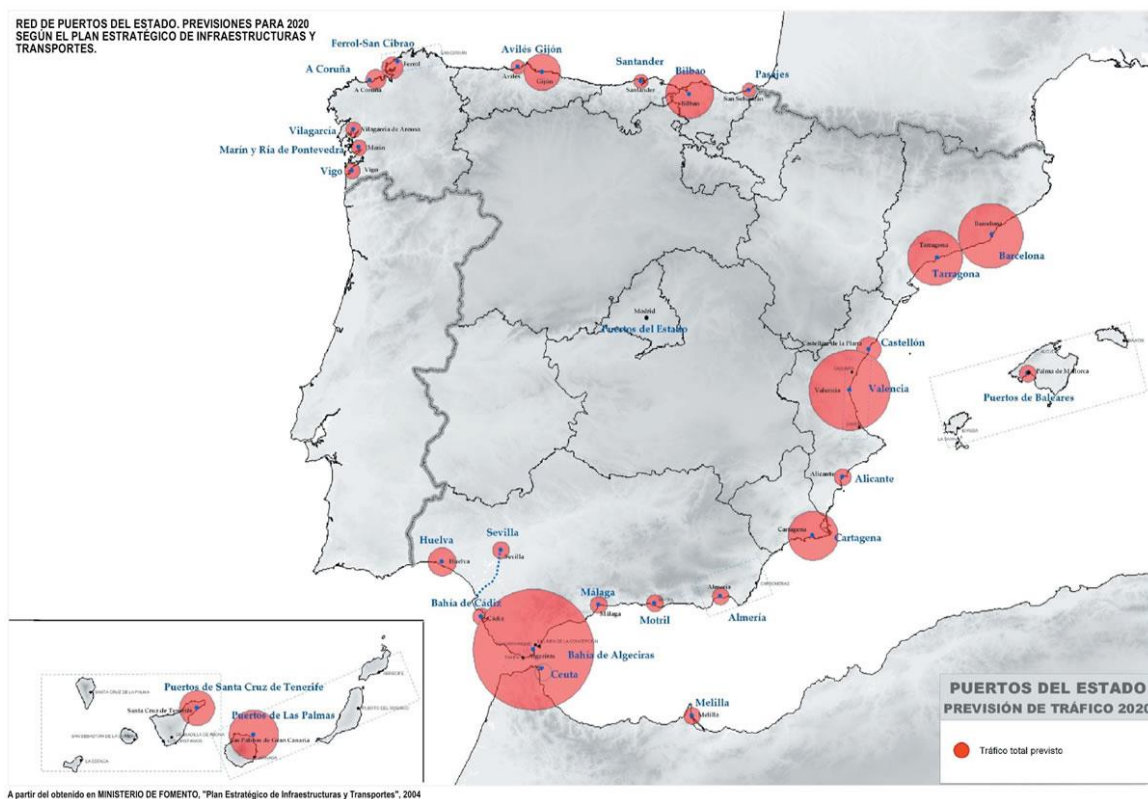
Esta situación desemboca en que el astillero en muchas ocasiones apenas tiene dinero para suministrar a las inversiones de renovación de instalaciones, lo que poco a poco lo relega a una situación en la que es menos competitiva. La entrada de líneas de crédito directamente desde el Gobierno de España, a través del INI se ha visto en muchos casos una medida muy poco efectiva, en estos casos la implantación del SEEMP no se ha podido situar como una prioridad a la hora de gestionar las inversiones, y en muchos casos debido a la especialidad del servicio que ofrecen, se ha relegado la implantación de medidas para la protección del medio ambiente a las exigencias de construcción requeridas por las sociedades clasificadoras. Es por eso, que es difícil buscar un proyecto viable de mejora de la eficiencia energética, en base a las instalaciones usadas por el astillero para realizar cada uno de los trabajos que necesita, es por eso que para poder integrarse a la implantación de un plan como el de SEEMP, el funcionamiento del astillero deberá ser eminentemente sin emisiones de CO₂ en el lugar del consumo, pero con una inversión muy pequeña, como podría ser la de poner una mejor central transformadora con mayor capacidad, y que esta tenga como fuente una central de mayor eficiencia o un grupo de generación que se base en energías alternativas.



Fotografía: Astillero en San sebastian

6.3.2 Puertos

Los puertos en España, son grandes y diversos, al ser una península en una posición estratégica, contamos con algunos de los puertos de mayor movimiento de contenedores, carga general, pasaje y granel sólido y líquido de Europa. También, por su especial disposición dentro de la geografía europea y mundial, es un punto de entrada y salida de inmigración así como turismo y pasaje de transito interno. Esto nos lleva a la situación que contaremos con puertos que tendrán entre sus clientes buques de tamaños.



Previsión de la distribución de los influencia de los puertos españoles en 2020

**TRANSPORTE MARÍTIMO. PUERTOS ESPAÑOLES. PASAJEROS Y
MERCANCÍAS 2006**

PUERTOS	Pasajeros embarcados y desembarcados(1)	Mercancías cargadas y descargadas (toneladas)(2)
A Coruña	39.988	13.351.275
Alicante	362.654	3.653.031
Almería	1.083.507	6.547.057
Avilés	0	5.917.754
Bahía de Algeciras	5.166.177	66.322.928
Bahía de Cádiz	196.805	5.760.570
Baleares	5.438.239	14.248.265
Barcelona	2.538.751	46.410.167
Bilbao	185.388	37.208.292
Cartagena	29.337	25.524.494
Castellón	0	13.257.604
Ceuta	2.376.649	1.854.986
Ferrol-San Cibrao	2.984	10.203.897
Gijón	1.391	20.256.611
Huelva	0	21.529.789
Las Palmas	735.437	23.266.752
Málaga	499.559	5.662.878
Marín-Pontevedra	0	1.761.922
Melilla	443.176	810.796
Motril	2.542	2.854.130
Pasajes	0	5.454.250
Santa Cruz de Tenerife	4.637.541	18.836.800
Santander	154.254	5.856.388
Sevilla	14.558	5.281.169
Tarragona	1.273	31.298.179
Valencia	345.063	47.262.342
Vigo	129.268	4.716.416
Vilagarcía	6.803	1.193.919
TOTAL	24.391.344	446.302.661

(1) Incluye tráfico de cabotaje, exterior y cruceros. No incluye tráfico de bahía.

(2) Comprende el tráfico de cabotaje y exterior; no incluye el tráfico de avituallamiento y pesca y tráfico local.

Obtenido en M. FOMENTO, "Anuario Estadístico, 2008"

Tabla, Puertos españoles, movimiento de mercancía en toneladas y transporte de pasajeros anuales

Puerto de Algeciras: El puerto de Algeciras es el mayor puerto en cuanto a movimientos de buques, y por tanto será el que más será afectado por cualquier normativa que regule la generación de CO₂ en el interior de las instalaciones portuarias, la mayor parte de la producción de este CO₂ se producirá por la estancia de los buques durante la carga y descarga de los contenedores en el puerto. También tiene un tráfico de pasajeros de 5 millones de pasajeros al año, siendo un auténtico puente entre Europa y África.



Fotografía: Terminal de contenedores puerto de Algeciras

Puerto de Valencia: En la previsión para el 2020 es el 2º puerto con mayor importancia en toda la península así como también de España. Mucho más centrado en el tránsito de contenedores, en un sistema de tráfico multimodal asociado a las autopistas del mar, lo cual ha hecho que este puerto creciera en un tiempo record, con un volumen de tráfico previsto para 2020 de cerca de 47 millones de toneladas de carga. Esto significará que habrá una gran cantidad de buques que atracarán en sus muelles de la terminal de contenedores, que sin duda, de ser aplicada esta normativa en el periodo que comprende el periodo que va desde la aprobación del tratado SEEMP hasta el 2020, se habrán tenido que realizar obras específicas en dicha terminal.



Fotografía: Puerto de Valencia.

Puerto de Barcelona: Situado muy cerca del volumen de tráfico del puerto de Valencia, pero con una distribución de los servicios mucho más diversificada. Con una zona ZAL de gran tamaño, y con un volumen de cruceros y de buques de carga visitando continuamente sus instalaciones, está claro que la generación de CO₂ de este puerto se verá clarísimamente aumentada por los buques que estén atracados en sus instalaciones. Siendo quizás la terminal de pasaje la que se deberá reacondicionar con mayor prontitud así como la preparación para los buques post Panamax en la terminal de carga del puerto.



Fotografía: Puerto de Barcelona

Puerto de Bilbao: Este es uno de los 2 puertos más importantes del cantabro en cuanto al movimiento de carga al resto de Europa, con lo que los buques que circularán tendrán que estar sujetos no solo a las normativas españolas, sino a normativas mucho más rígidas de los puertos del norte de Europa. Por lo que adaptarse a los nuevos planes de SEEMP no debería ser un gran problema, siempre y cuando se consiga poder obtener la financiación necesaria para poder realizar las obras necesarias de la adaptación de las diversas terminales.



Fotografía: Puerto de Bilbao

Puerto de Tarragona: Este puerto se nutre mayormente del transporte de carga de tipo granel líquido a través de la carga y descarga de buques como gaseros y petroleros que descargan directamente en Tarragona teniendo en cuenta que la refinería queda lo suficientemente cerca para que el producto se pueda tratar en el menor tiempo posible. Aunque la producción de CO₂ no es tan excesiva como en otros puertos en España, es sin duda interesante tener en cuenta su proximidad a las centrales generadoras de corriente eléctrica como son las de Vandellós, para poder realizar proyectos para reducir el consumo energético proveniente de los combustibles derivados de fuentes fósiles



Fotografía: Puerto de Tarragona

Puerto de Gijón: De los puertos más importantes de España, es el más pequeño, quedando como el segundo puerto del cantábrico peninsular en cuanto a toneladas de carga movidas por año, se sitúa como un puerto que está muy cerca de la zona de influencia del puerto de Bilbao, con lo que la sinergia entre un puerto y otro será evidente, siendo Bilbao un puerto que funcionará como puerto HUB mientras que Gijón funcionará con un sistema de suministro respecto al otro.



Ilustración: Puerto de Gijón

Puertos del estado: El sistema de trabajo de los Puertos es el de Landlord por parte del estado, lo cual hace que las inversiones en los terrenos portuarios tengan que venir de la mano de las autoridades portuarias, ayudadas por inversiones de empresas privadas. Lo cual hace que estas empresas solo vayan a realizar inversiones si consiguen a su vez inversiones de los bancos, crédito o crowdfunding, lo cual ha permanecido muy estancado en España debido a la crisis, es por eso, que pese a las necesidades del sector, han bajado el volumen de las inversiones, y no solo eso, sino que las inversiones se han basado en su práctica totalidad en las obras de adaptación al nuevo tipo de buques que empieza a navegar, buques más grandes con mucha más capacidad que han empezado a surgir debido a

6.3.3 Buques

Este es uno de los apartados más importantes, no solo porque la industria naviera tiene al buque como el motor principal de su economía, sino porque para la normativa sobre emisiones de CO₂, el buque es sin duda, el objeto base de su regulación.

Por ejemplo, en el año 2013, y solo en el sector pesquero, estamos hablando de **9.871 barcos**, un 2,4% menos que el año anterior, lo que en definitiva supone una pérdida de un 3,2% de la capacidad. Hay que tener en cuenta que Ceuta cayó un 10% este año por las restricciones a la pesca impuestas por Marruecos, que obligaron a permanecer a todos los buques de la zona amarrados sin poder ir a pescar.

La flota de buques mercantes con pabellón español se distribuye de esta forma:

BUQUES MERCANTES DE TRANSPORTE DE PABELLÓN ESPAÑOL																		
Tipos de buques	1980		1985		1990		1995		2000		2005		2010		2013		2014	
	NB	TRB	NB	TRB	NB	TRB	NB	GT	NB	GT	NB	GT	NB	GT	NB	GT	NB	GT
Petroleros y Obos	105	4.585	74	2.540	56	1.556	24	455	19	581	17	488	17	487	16	398	14	303
Graneleros	61	1.247	76	1.275	43	797	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Carga General	265	831	182	540	92	176	20	31	12	31	13	35	20	66	21	71	18	61
Portacontenedores	61	237	61	167	43	114	27	117	27	184	29	257	7	59	2	15	2	15
Roll-on/Roll-off	28	38	51	94	48	81	33	182	35	283	24	299	20	280	14	194	14	194
Frigoríficos	47	72	45	85	21	33	12	22	8	19	7	23	4	17	3	14	3	14
Gaseros	13	52	16	69	9	25	5	17	3	9	9	662	14	1.092	12	1.082	12	1.082
Pasaje y Ferries	59	212	41	128	48	115	62	250	61	351	56	402	43	423	45	486	46	476
Otros	42	92	55	178	55	150	45	140	32	134	26	156	21	118	13	72	13	72
TOTAL	681	7.366	601	5.076	415	3.047	228	1.214	198	1.609	181	2.321	146	2.541	126	2.332	122	2.217
Datos al final de cada año, salvo 2014 (datos a 15 de mayo)															NB: Número de buques			
Fuente: ANAVE															TRB y GT en miles			

Como se puede observar en la tabla, la flota mercante española ha caído drásticamente en estos últimos años, lo que si la comparamos con la curva de edad de la flota mercante española, deducimos un dato preocupante, la flota con bandera española, no solo está vieja, sino que no se está reemplazando al ritmo que desaparece. Pese a la subida año a año de los movimientos en los puertos del país, la flota mercante, que tenga el pabellón español, se va haciendo cada día más y más pequeña, con un parque envejecido, poco eficiente, y con un alto coste en mantenimiento.

Además, hay un concepto muy especial de la flota mercante española que nos supone un lastre a la hora de adaptarnos a las exigencias de esta normativa, y los tiempos de amortización, en muchos casos superan lo que le resta de vida útil al barco.

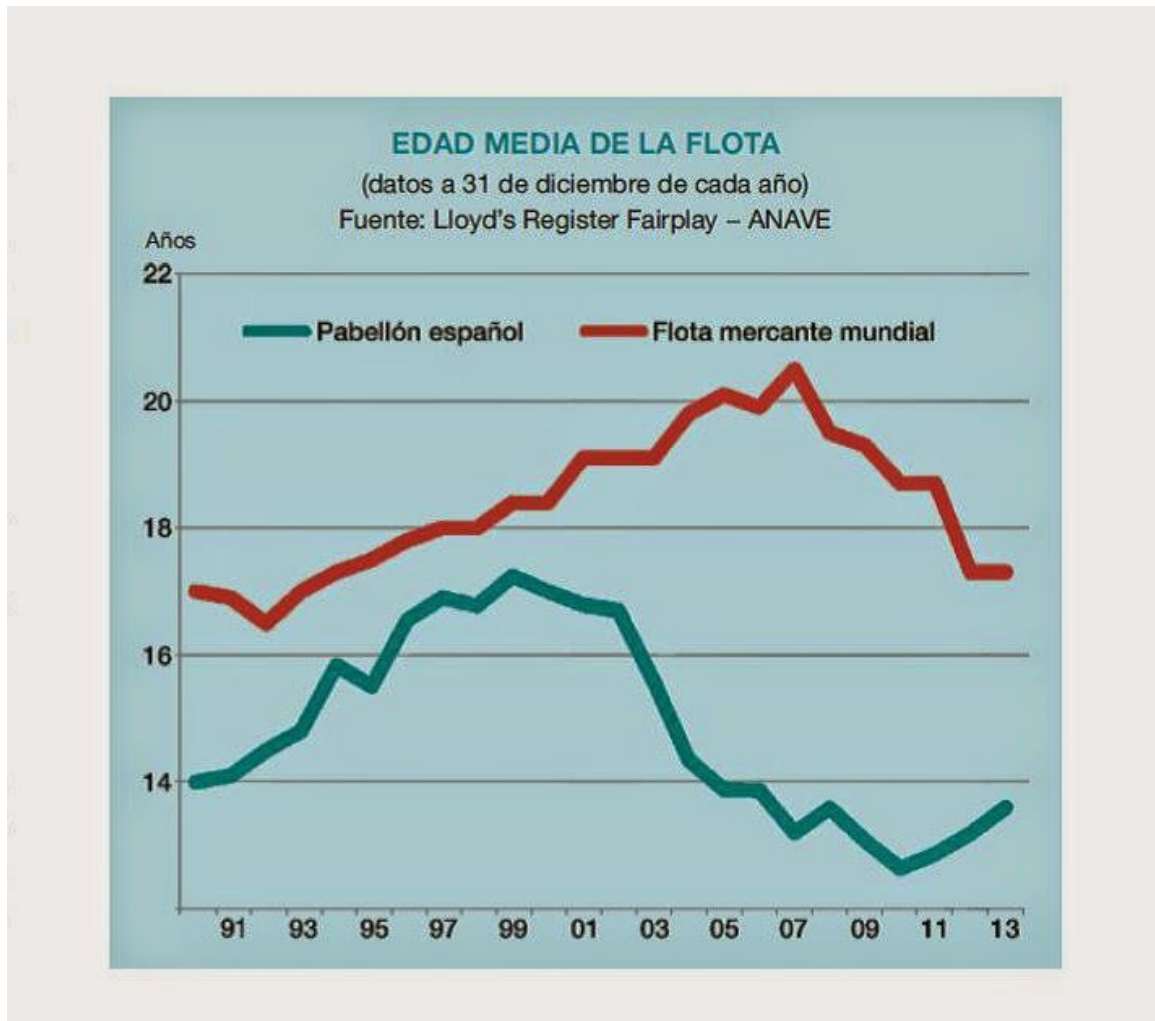
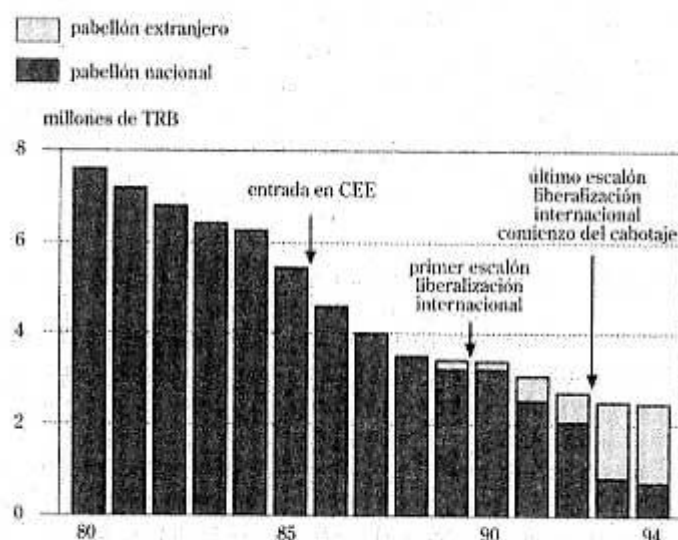


Imagen comparativa: Edad flota mercante mundial, edad flota mercante española

La flota española está muy envejecida, y cuenta con muy pocos barcos nuevos, no solo eso, sino que el ritmo de compra de buques ha caído drásticamente en estos últimos 9 años. Coincidentemente con un cambio de tendencia en la economía. Además de una caída del flujo de crédito para los navieros, pues muchos ya están en pérdidas, y aunque los bancos les siguen prestando para mantener su actividad, y poder ir recuperando poco a poco su inversión, es en muchos casos, cuando, se hacen compras de buques nuevos, cuando ya se observa el cambio de tendencia, en el cual los buques que substituyen a los antiguos, ya vienen con una bandera de Panamá, o cualquier otra de conveniencia, lo que a largo plazo puede hacer caer más la importancia de este sector en el mundo laboral interno. La implantación de la normativa SEEMP por tanto en España, no entrará a través de la modernización de nuestros buques, sino por la

substitución de estos por buques que ya estén cumpliendo la normativa SEEMP, y por tanto no requieran costosas adaptaciones.

Figura 7.1. Evolución de la flota mercante controlada por navieras españolas



Fuente: F. Casas Blanco, "¿Tiene futuro el transporte marítimo en España?", *Origen/Destino*, nº 1, Madrid.

Es en este gráfico que ilustra el desarrollo desde el 1980 hasta el 1994, donde se observa ya la tendencia que apreciábamos en los otros esquemas, donde todo esto se hará palpable, por tanto, será también en la tripulación, donde en muchos otros países, hay cursos específicos sobre SEEMP en los buques, es en España, donde no encontraremos ese interés por esta normativa dado a que no se está teniendo en cuenta, en los buques en los que navegan aún con pabellón español y quizás les toque retirarse en 4 o 5 años.

7. INFLUENCIA EN ESPAÑA

7.1 Influencia en el sector naviero español

En España ha sucedido algo inesperado, todos los agentes del sector marítimo español, se volcaron de primeras con la aparición del proyecto, las empresas en su Cluster marítimo, acordaron realizar toda una serie de procedimientos para el estudio de los diversos procedimientos que podían llevar a la adaptación del sector marítimo a las nuevas imposiciones normativas que llegaban de la OMI, luego, como resultado del procedimiento de recesión constante en el sector naviero y por las dificultades técnicas y de inversión que se daban al intentar aplicar estas nuevas directrices en el parque de buques español, que como ya hemos visto está altamente envejecido debido al modelo de negocio propio de la zona. La crisis, no solo la mundial, sino también la del sector, con muchísimas empresas navieras con altos índices de endeudamiento, también confabuló para dificultar la capacidad de financiación de las diversas empresas involucradas.

Esto sin duda ha provocado que la afectación y la implantación de los modelos de prevención de las emisiones de CO₂ hayan sido más escasas que las esperadas, sin duda resultando una decepción a las previsiones que ofrecía esta nueva norma. Sin embargo, algunas medidas si han prosperado, y aunque la afectación no ha sido tan profunda como se esperaba, si que han aparecido algunos cambios que nos conducen hacia cambios profundos en el sector.

7.2 Futuros cambios en el negocio

Los cambios de negocio que se van a implantar a través de la medida del SEEMP sobretodo están orientados al ámbito de la formación de profesionales, y a las adaptaciones que deberán realizar los puertos para poder ayudar al cumplimiento de la normativa.

También hay un claro movimiento hacia el concepto de externalización del consumo energético por parte del buque, sobretodo en sus periodos de estancia en el puerto. Es por eso que están empezando a formarse empresas que tienen como objetivo el suministro energético a los buques que más lo necesitan, como son los buques de pasaje o grandes buques de carga, que podrían necesitar que una empresa externa les ofreciera un suministro de corriente eléctrica para reducir su consumo de productos derivados del petróleo. Esto obligará a adaptar el concepto de buque como isla energética y empezar a adaptar conceptos como conexiones en red para buques amarrados en puerto.

También se están contemplando cuestiones de viabilidad económica de algunas rutas, así como el progreso de la idea de la economía de escala aplicado al concepto de reducción de consumo energético por parte de los buques. Esto a su vez, constituirá un ahorro en las empresas navieras, que verán en mucho reducido el coste de transporte de mercancías, aunque deberán para ello conseguir llenar los nuevos buques con carga suficiente. Ante este nuevo panorama podría llegar a ocurrir una nueva bajada de los precios de los fletes, que dejaría a las empresas más pequeñas de fletes, en una situación complicada, ayudando a la concentración de la carga en pocas compañías que serían las que tuvieran la capacidad de asumir el coste económico de fabricar estos nuevos buques.

Esto por tanto, puede ser un factor determinante por tanto, para que los muelles de muchos puertos tengan que ser ampliados, para poder absorber la llegada de buques de mayor calado, además de poder comprar las nuevas grúas que sean capaces de realizar los procesos de carga y descarga de mercancía en estos grandes buques. En el año 2012 se habla ya de buques que asumirán calados superiores a los 20 metros, con 40 o más metros de manga, a finales de 2014, el puerto de Barcelona adquirió gruas capaces de poder llevar a cabo maniobras en los buques ya descritos, y se están analizando las opciones de fabricación de un nuevo pantalán para buques de estas dimensiones.

7.3 Astilleros

En los astilleros se ha observado que el convenio SEEMP ha pasado de largo, las múltiples propuestas de reparaciones y de modificaciones a buques, no han dado resultado, ya que tras realizar los diversos estudios pertinentes, muchas de las modificaciones que se tenían pensadas para buques de vieja construcción no son viables. Esto ocurre fundamentalmente por 2 motivos, o los tiempos de amortización son demasiado largos ya que el precio de adaptación que ofrecen los astilleros Españoles superan en mucho las previsiones originales de los armadores, además de que son adaptaciones que requieren en muchos casos dejar el buque fuera de servicio durante periodos cercanos a los dos meses, que se puede alargar ante cualquier imprevisto, lo cual es en muchas ocasiones inviable, ya que los costes previstos se amortizarían por el consumo energético en periodos de 5 a 10 años, muchas veces superior a la vida prevista para la instalación. El otro gran problema, es que las medidas previstas suponen un cambio muy drástico tanto en la distribución general del buque como en algunos procesos como son el suministro de combustible.

Es por eso, que los astilleros no se verán tan beneficiados por las medidas que se deberían tomar para aplicar la normativa íntegramente, que consistiría en adaptar sus instalaciones energéticas.

Los astilleros, más bien, se verán implicados en las nuevas construcciones, adaptando sus nuevos diseños a la normativa para que estos no se vean afectados por ella durante su vida útil.

Es posible, que más adelante, algunos buques que en la primera o la segunda sección de la aplicación de la normativa se vean exentos, sí que deban visitar el astillero cuando tras diez años de aplicación de la norma, estos tengan la necesidad de hacer adaptaciones a sus motores o a algunos de sus tanques de fuel para poder incluir las modificaciones necesarias.

Sin duda, cuanto mayor sea el tiempo de amortización de estas modificaciones más difícil será que los astilleros tengan que tomar medidas específicas para adaptarse a las nuevas medidas.

Si que es cierto, que ellos al formar parte de la comunidad portuaria, deberán tener en cuenta sus propias emisiones de CO₂, y es por eso, que algunos de nuestros astilleros deberán sufrir modificaciones estructurales, muchas de ellas de pequeño calado, para, al igual que los puertos, suministrar corriente de forma eficiente a los buques que amarren en ellos, sin que esto constituya la generación de nuevo CO₂ extra.

7.4 Puertos

Los puertos son el punto del sector marítimo español que más afectados se ven por la implantación de la normativa de SEEMP, dado que han de ofrecer servicio a todos los buques que vengan del extranjero o de nuestro propio pabellón y estén cumpliendo esta normativa, será el puerto el encargado, no solo de ayudar a cumplirla, suministrando gas licuado a través de sus terminales de suministro o gabarras, sino también ofrecer corriente eléctrica a los buques que deseen realizar el procedimiento de **Cold ironing**.

7.4.1 Cold Ironing

El cold ironing, es, el proceso de detener los motores de un navío durante su estancia en puerto, y que este pase a estar alimentado a través de corriente de tierra, será durante esta transición donde el cold ironing ha de mostrar su fiabilidad y capacidad tecnológica, ya que hay varios preceptos importantes que se deben de contemplar para evitar que este proceso sea un desastre y acabe saliendo más caro, uno de los elementos clave, es que el buque no puede pasar por un 0, un blackout, el sistema ha de poder conectarse de forma rápida y eficaz, con seguridad de suministro y sin ser molesto para la operatividad del buque en puerto, y además, ha de tener un precio razonable.

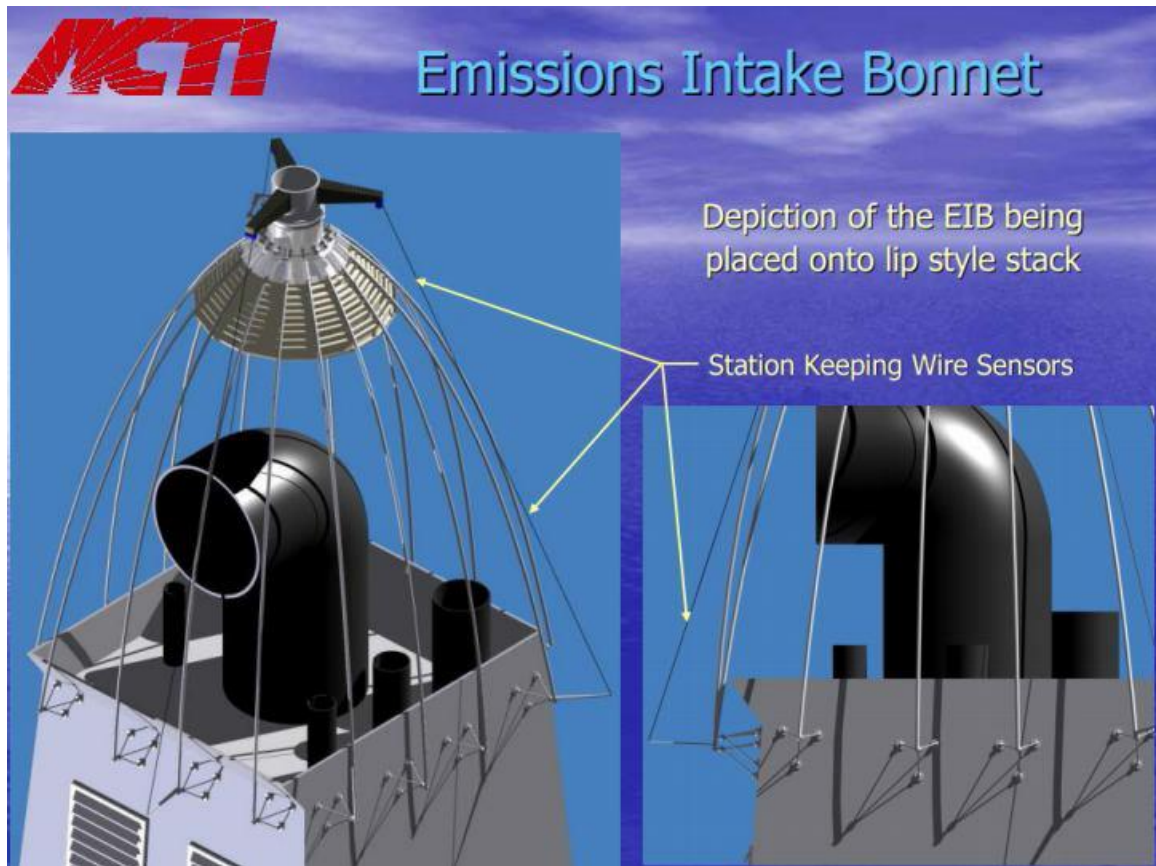


Imagen ilustrativa: Cupula de toma de gases de tubería de gases de exhaustación

También hay que añadir, que el cold ironing a través de la parada de los motores no es el único método que se conoce de eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero durante la estancia en puerto, también surge la idea de encapsular los gases evitando así que se dispersen y ofreciendo un punto de unión a una toma que enviará esos gases a una instalación de almacenaje o tratamiento de los residuos de tipo VI del MARPOL. Sin embargo, aunque estas medidas pueden parecer aparatosas, ofrecen ciertas ventajas técnicas, como el hecho de que no hay que parar en ningún momento la maquinaria, que en muchos casos tiene funciones que van más allá del simple suministro eléctrico del buque, por lo que el buque seguirá teniendo a su disposición todos sus servicios esenciales y auxiliares. También se puede usar en caso de que sea una maquinaria con un periodo de arranque muy largo, como pudiera ser un sistema de caldera y turbina de vapor.

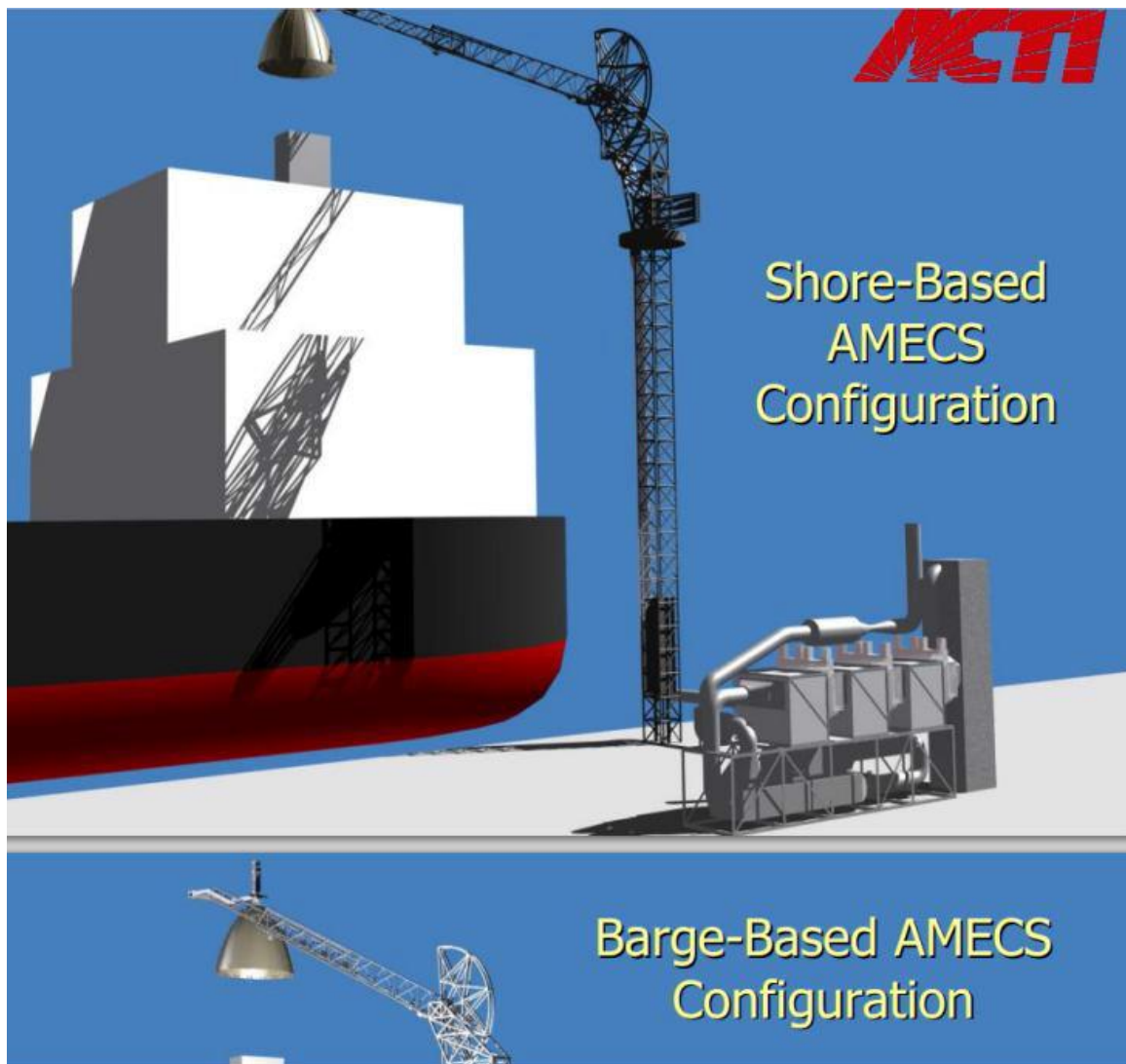


Imagen ilustrativa: Planta de tratamiento de gases producidos por el buque

El cold ironing, surge de un concepto conocido sobre el consumo energético de los buques en aguas interiores, el 80% de ese consumo, se realiza durante el tiempo de parada en puerto. Es por tanto importante tener en cuenta que este periodo de tiempo puede ser en muchas ocasiones suficiente como para empezar a pensar en medidas de suministro externo desde la terminal del puerto al buque. En muchas ocasiones, sin embargo, las cortas escalas a las que se someten los buques, pueden no ser lo suficientemente extensas como para que salga rentable el apagar toda la instalación del buque.

También hay que tener en cuenta que no en todos los países se suministra la corriente ni al mismo voltaje ni a la misma frecuencia, por lo que a veces puede ser necesario tener que adaptar al buque a las especificaciones del puerto.

Port	Country	High Voltage	Low voltage	Frequency
North EU ports				
Antwerp	Belgium	6.6 kV		50 Hz/60 Hz
Goteborg	Sweden	6.6 kV/10 kV	400 V	50 Hz
Helsingborg	Sweden		400 V/440 V	50 Hz
Stockholm	Sweden		400 V/690 V	50 Hz
Piteå	Sweden	6 kV		50 Hz
Kemi	Finland	6.6 kV		50 Hz
Oulu	Finland	6.6 kV		50 Hz
Kotka	Finland	6.6 kV		50 Hz
Lübeck	Germany	6.6 kV		50 Hz
Zeebrugge	Belgium	6.6kV		50 Hz
West US and Canada				
Los Angeles	U.S.A	6.6 kV/11 kV		60 Hz
Long Beach	U.S.A	6.6 kV	480 V	60Hz
San Francisco	U.S.A	6.6 kV/11 kV		60Hz
San Diego	U.S.A	6.6 kV/11 kV		60Hz
Seattle	U.S.A	6.6 kV/11 kV		60 Hz
Juneau	U.S.A	6.6 kV/11 kV		60 Hz
Vancouver	Canada			
East US				
Pittsburg	U.S.A		440 V	60 Hz

Diagrama: Propiedades del suministro energético según país del puerto

En otros casos, puede ser que el buque no esté adaptado para obtener de forma sencilla la energía directamente de la terminal, haciendo que este proceso sea costoso o en muchos casos añade el

riesgo de avería en alguno de los componentes. Es por eso que se ha intentado llegar a una solución intermedia, en la cual la terminal será la responsable de gestionar los gases de efecto invernadero que genere el buque. Para ello, una de las ideas que ha surgido es contar con una serie de grúas, con unas tolvas que sellen la salida de gases de escape.

Estos gases serían enviados a una unidad de procesamiento de residuos.

Por otro lado, ya existe una directiva europea que regula como deben de ser las conexiones entre el buque y la estación eléctrica transformadora, estas directivas y recomendaciones ayudan en mayor medida a que los buques empiecen a adaptarse en caso de querer cumplir las futuras exigencias de los puertos.

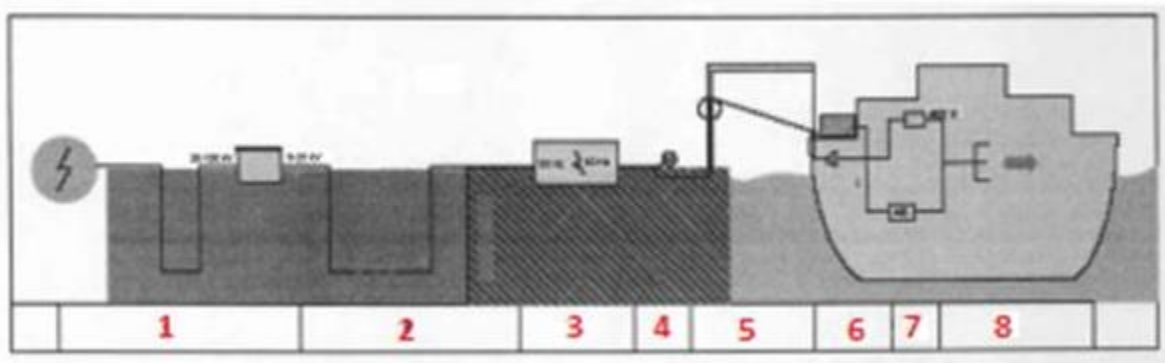


Diagrama: Directiva de recomendación de conectividad entre el buque y el puerto

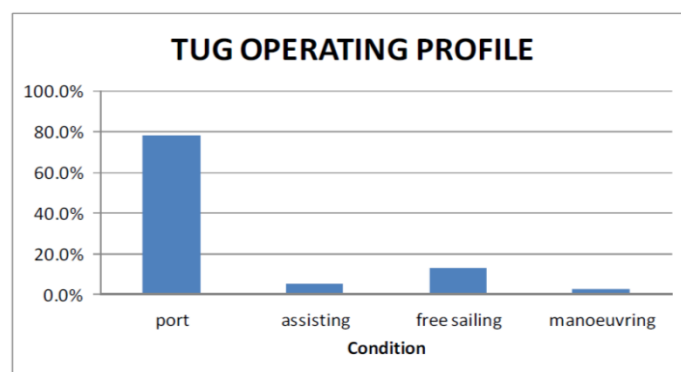


Tabla: Consumo energético de buques en aguas interiores

En los puertos, por tanto, sí que se está planificando todo un sistema para la reducción de las emisiones de CO₂. Además al depender en muchos casos estas nuevas aportaciones por la Autoridad portuaria, puede ser que sí que se lleven a cabo en el corto o medio plazo.

7.4.2 Reducción tiempo de escala

En muchas ocasiones, podremos mejorar la eficiencia energética de un viaje, si reducimos en mucho el tiempo de estancia en el puerto, ya sea en procedimiento de descarga, o en un fondeo. Esto vendrá dado por tanto por la organización del puerto respecto a los buques que están llegando, en muchas ocasiones, reducir los trámites, mejorar la transmisión de datos entre los operadores y los diversos servicios del puerto.

También ayudará a la reducción de las emisiones la mejora de la eficiencia en los procedimientos de manipulación de la carga, y es por tanto que los puertos que mayor capacidad de movimiento de carga tienen por espacio de tiempo, también tendrán unos resultados superiores en los estudios de eficiencia energética.

7.5 Buques

La mayoría de los buques que tienen bandera Española, segundo registro, son pesqueros de pequeño tamaño, no son demasiado relevantes en este estudio, ya que su eficiencia está muy reñida con su método de actuación en alta mar. No es así en el caso de cargueros o buques ferry que conforman una gran parte del tráfico de los buques con bandera española, y los que más dinero mueven con 3.303 millones de euros de beneficios anuales relacionados a la realización de este negocio junto al de los Cruceros, que mueven una gran cantidad de turistas en España. En este caso, he tenido acceso a los informes realizados en el Superferry de Acciona trasmediterránea Sorolla, como representante característico de un sector. Este buque ha sido inspeccionado por los técnicos de la compañía, y la sociedad clasificadora.

En los buques no solo se han estudiado las cuestiones más técnicas, sino también su operatividad y sus rutas, en este caso, en el caso de pasaje, que realizan rutas establecidas por el estado, con horarios fijos y tiempos de viaje determinados por el concurso de obtención de la línea, hay poco margen para la reducción del consumo energético en este campo, aunque existen otras medidas que se pueden adoptar por tal de reducir el consumo en buques que no sean de línea regular, como es el caso de los buques que están destinados al transporte de mercancías.

7.5.1 Modificaciones en el buque

Tras un estudio estructural, un estudio sobre la distribución de los diversos elementos del buque y el análisis de las indicaciones realizadas por Wärtsilä, se llegó a la idea de intentar adaptarse a las nuevas normativas sobre consumo de gas en las zonas de aguas interiores, la idea era modificar los motores para tener acceso al consumo dual de combustible, lo cual implicaba también añadir un depósito de gas licuado en el buque, esto, a su vez, implicaba una serie de reformas estructurales que solo permitían que este fuera introducido en el espacio de carga en la proa del bodeguín. Los demás espacios quedaban descartados, dado que el buque Sorolla tiene los tanques de fuel oil de alto contenido situado en los planes más a popa del bodeguín, lo que los inutiliza para poder situar un tanque de gas licuado en la cubierta 0, y más a proa, están situados los tanques de balance, a proa del bodeguín estarán ya situados los tanques de balance automáticos del sistema Interling. Lo cual además obliga a que el tanque de gas licuado no esté bajo el bodeguín, sino, sobre el teque del bodeguín, inutilizando todo ese espacio que en la línea regular del buque se usa para transporte de carga rodada.

Además también se debería preparar todo el sistema de tuberías que llevara el LNG hasta la sala de motores principales, lo cual se debería realizar por el hueco que deja el túnel. Son por tanto todas estas modificaciones una serie de dificultades a superar. En este caso concreto, estas modificaciones eran inaceptables teniendo en cuenta el objetivo del buque.

7.5.2 Optimización de la velocidad

Optimizando la velocidad se pueden obtener ahorros considerables. Sin embargo, por velocidad óptima se entiende la velocidad a la cual se consume el nivel mínimo de combustible por tonelada/milla para dicho viaje. No significa la velocidad mínima; navegando a una velocidad inferior a la velocidad óptima se consume más combustible. Se debería consultar la curva de potencia/consumo del fabricante del motor y la curva de la hélice del buque. Algunos de los efectos adversos de la navegación a baja velocidad que deberían tenerse en cuenta son el aumento de las vibraciones y los depósitos de hollín.

Como parte del proceso de optimización de la velocidad, es posible que sea preciso tener en cuenta la necesidad de coordinar los horarios de llegada con la disponibilidad de atraques de carga o descarga, etc. Al examinar la optimización de la velocidad, es posible que sea necesario tener en cuenta el número de buques dedicados a una ruta en particular. Aumentar la velocidad al salir de un puerto o un estuario a la vez que se mantiene la carga del motor dentro de ciertos límites podría ayudar a reducir el consumo de combustible. Se reconoce que, en muchos contratos de fletamento,

la velocidad del buque no la determina el armador, sino el fletador. Al concertar contratos de fletamento se debería intentar fomentar que los buques naveguen a la velocidad óptima para conseguir la máxima eficiencia energética.

Medidas operacionales para la reducción de emisión de CO ₂			
Opción	Potencial de ahorro combustible/co ₂	Combinado	Total
Gestión de la flota	5-15%		
Planificación de la travesía	1-3%		
Navegación meteorológica	1-5%		
Justo a tiempo	2-4%		
Optimización del gobierno del buque		5-19%	
Optimizar velocidad	5-15%		
Optimizar potencia al eje	0-1%		
Asiento óptimo	0-1%		
Lastre óptimo	0-1%		
Uso óptimo timón	0-1%		
Otras medidas		1-4%	
Manipulación carga	1-4%		

Tabla: Medidas operacionales para la reducción de CO₂

En el caso que estamos contemplando, que es el de un buque de tipo Ro-Pax, estas variaciones en la velocidad, vienen dadas por las exigencias de cumplir con los horarios comerciales que exigen los contratos con el estado. Dada la exclusiva existencia de estos, que marcan las horas de salida y llegadas a los diversos puertos, las velocidades medias se ven influidas.

Sin embargo, existen diversos modelos para poder viajar a la misma velocidad media, con diversos consumos.

1/ Viajar siempre a la velocidad media, pese a que puede parecer a simple vista la opción más eficiente para viajar del punto a al b con el menor consumo posible, esto solo será óptimo en el caso de que la velocidad media del buque solicitada, sea la misma que su velocidad óptima de diseño.

2/ Viajar a la velocidad máxima hasta conseguir un margen de tiempo que podremos disponer para luego viajar a una velocidad inferior a la velocidad media. Esta sin duda es la forma más ineficiente de viajar, pero es la que más seguridad nos ofrecerá a la hora de cumplir con los horarios previstos. Esta será la forma de viajar en buques en los cuales no tengamos la confianza de que nos podrán llevar a tiempo a nuestro destino.

3/ La forma óptima de viajar será siempre viajar a la velocidad optima que nos ofrezcan los motores, y la forma del buque. Tendremos más de una velocidad óptima, algunas por debajo de la velocidad media solicitada y otras por encima. Lo ideal siempre será viajar a la velocidad optima superior a la media, hasta que ya solo necesitemos viajar a una velocidad similar a otra velocidad optima, que requerirá un menor número de motores en marcha. Esto nos permitirá siempre tener tiempo de reserva, además de estar viajando a una velocidad óptima, con la que reduciremos nuestro consumo final.

Es por esto, que un conocimiento adecuado del consumo de nuestro buque a diversas velocidades será necesario para encontrar las velocidades optimas de viaje, lo cual también requerirá la pericia de la tripulación ya que hará que las travesías tengan que adaptarse a cada una de las condiciones externas, además de estar pendiente siempre no solo del consumo actual, sino del futuro consumo que tendremos durante el resto del viaje.

7.6 Previsión de beneficios o pérdidas

Por parte de la UE, el resultado es claro, en todo el mundo, se espera una reducción de 1.200 millones de euros en consumo de combustible. Lo cual representa unos beneficios muy interesantes para el sector naviero europeo, que en España se podrían cifrar esas previsiones en casi 70 millones de euros anuales con el consumo reducido cerca de un 20% en el año 2030, lo cual supone al final un aumento de beneficios netos para el sector, solo en la reducción de consumo de combustible. Por supuesto, las inversiones millonarias que requiere esa transición cifra el tiempo de amortización de los 5 a los 10 años según el tipo de inversión planteada.

En este apartado, pese a los datos iniciales, las previsiones de los diversos organismos, los mensajes de ánimos enviados por los mismos, y los datos que se han ido conociendo a raíz de los diversos estudios, se ha llegado casi al consenso por parte del sector marítimo y de las empresas que lo integran, de que las previsiones son malas, o muy malas, según el caso. Tras los estudios realizados en los diversos sectores y en todos los campos en los que se discurría la afectación de la ley para

reducir el consumo de combustibles fósiles derivados del petróleo, y por tanto la emisión de CO₂, así como el endurecimiento de las leyes que restringen las emisiones de NO_x y SO_x en el mediterráneo y los puertos Europeos. Es por eso, que en muchos casos se presenta para los armadores, la opción de invertir fuertemente en la remodelación de sus buques, para los puertos, también, aparecen nuevas opciones de negocio, que requieren de una evolución en infraestructura, y en el caso de astilleros, pueden beneficiarse de la implantación de cada una de las medidas que se vaya a tomar a bordo de buques de antigua construcción.

Pese a todo esto, el volumen de las inversiones en muchos casos ha resultado prohibitivo para poder hacerlas rentables antes de la extinción de la vida útil de un mercado de buques que está muy envejecido aquí en España. Por lo que en muchos casos la inversión, pese a ser rentable a largo plazo, tiene un carácter temporal, en el cual, el buque deja de ser rentable antes de la rentabilización de la instalación, o los cambios han de ser tan profundos, que el servicio que ofrece se ve plenamente afectado por la implantación de los mismos, impidiendo poder realizar y cubrir el servicio para el cual estaba destinado previamente, o de poder realizarlo, será con alguna merma importante que puede llevar a la salida de la línea, como sería el caso antes mencionado si un barco de pasaje y carga rodada es objeto de una reducción drástica en su capacidad de carga en metros lineales, además de perder estabilidad, por el hecho de tener que realizar menos carga en los planes inferiores.

Es por eso, que el resto de iniciativas no se están tomando a cabo con la prontitud que cabría esperar, y siempre en base a unas previsiones que son muy conservadoras. En las que cabe destacar las adaptaciones de los puertos para la implantación del servicio de “cold ironing” en el cual se prevé, la necesidad de instalar todo un seguido de instalaciones en el recinto portuario y en las zonas de atraque para buques de pequeñas medianas y grandes dimensiones, por las que realizar el suministro eléctrico. También se tendrá que tener en cuenta las necesidades específicas de cada buque, así como tener en cuenta que serán instalaciones a las que tendrá que llegar corriente a media o alta tensión para evitar en la medida de lo posible las pérdidas derivadas del transporte.

8. CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones

La resolución del MARPOL ha sido un importante paso en cuanto a la detección del problema de la emisión del CO₂ por parte del sector naviero, como este puede ayudar a la reducción de emisiones, y como en este proceso, se pueden generar nuevas vías de negocio. Sin embargo, la dificultad de la aplicación para buques ya construidos, o lo complicado que puede ser llevar a cabo alguna de las ideas que han surgido a raíz de este informe, están dificultando la aplicación, que a día de hoy, dos años más tarde de la entrada en vigor, aún no ha sido plenamente desarrollado.

Por tanto, las conclusiones que se llegan del desarrollo del trabajo son:

- El sector marítimo español es uno de los más importantes dentro de la economía española.
- Dentro del sector marítimo español, es la pesca, los puertos, los astilleros y el transporte de pasajeros los bloques más importantes de este.
- Esta normativa, en caso de aplicarse, afectará mayormente a los puertos y a los armadores que naveguen por aguas europeas y además cuenten con la bandera canaria.
- El sector marítimo español apenas se verá afectado a corto plazo, pues el parque de buques de bandera española tiene una edad que empieza a no hacer viable las modificaciones necesarias para cumplir los objetivos que se exigen en la normativa para el año 2030. Lo cual provoca que estas modificaciones se realicen conforme se vayan obteniendo buques de nueva construcción.
- Las medidas relacionadas con el cálculo del coeficiente energético de los buques se está realizando con cierta lentitud, no llegando a motivar a las empresas del sector para cambiar las políticas de consumo de combustibles fósiles, sin primar la reducción del consumo.
- La actual bajada de los precios de los carburantes relacionada con la crisis del Fracking está causando que estas medidas tengan un tiempo de amortización más largo.
- Los efectos de esta nueva normativa serán a largo plazo y solo si las empresas se centran realmente en empezar a aplicarla seriamente, realizando las modificaciones pertinentes.
- Las medidas que están tomando más fuerza para la implantación, son las relacionadas con las de la renovación de las instalaciones portuarias para dar cabida al servicio de cold ironing.

9. Bibliografía

9.1 Bibliografía

- Sin, Mihaela; Martínez de Osés, Francesc Xavier. *Improvement of the energy efficiency of vessels as a measure for the reduction of greenhouse gases emission from sea shipping*. Journal of Marine Technology and Environment. 2011, vol. I, núm. IV, 1/2011, p.103-112.
- Jasper Faber; Dagmar Nelissen; Galen Hon; Haifeng Wang; Mikis Tsimplis. *Regulated Slow Steaming in Maritime Transport: An assessment of Options, Costs and Benefits*. Delft, CE Delft, Febrero 2012. Consultado en Agosto 2012. Disponible en: [www.cedelft.eu]. 12.7742.23
- Lluís Vacas; Dr. de Larrucea, Jaime Rodrigo. *Analysis of the new rules IMO Energy Efficiency (EEDI / SEEMP). Journal of Marine Technology and Environment*. 2012, vol. I, p.65-92.
- Aitor Juandó, JPP, AJ, Aitor Juandó, Juan Pérez Prat, J Perez Prat, Edward Sciberras. *Technologies and Scenarios for Low Emissions Shipping (CP-Collaborative Project)*. 2012, Vol 1. p. 1-115
- Koichi Yoshida. Energy Efficiency Design Index (EEDI) MARPOL ANNEX VI and Marine Environment protection. En: 5th Session of the Conference of the Parties Serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol – CMP 5. Copenhagen, Dinamarca. 7-18 Diciembre 2009. Disponible en:[www.imo.org]
- Adolfo Utor Martínez. *El papel de la industria naviera. Economía del transporte marítimo y lugar de España*. 2010 Vol 1. p. 6 a 12

9.2 Enlaces

- www.apvigo.es
- www.nantes.port.fr
- www.portoflosangeles.org
- www.portgot.se
- www.imo.org
- www.couple-systems.com
- ABB www.abb.de
- CAVOTEC www.cavotec.com

- SIEMENS www.siemens.com
- TERASAKI www.terasaki.es
- COCHRAN MARINE www.cochraninc.com
- TEMCO www.temco.com
- MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES www.mhi.co.jp
- NYK LINES www.nykline.com
- BALEARIA www.balearia.com
- ACCIONA www.acciona.com
- REMOLCANOSA www.remolcanosa.com
- ALFA LAVAL www.alfalaval.com
- WÄRTSILA www.wartsila.com
- ANAVE www.anave.com
- www.transportenvironment.org

10. Agradecimientos

10.1 Agradecimientos

Quiero usar este espacio para agradecer, primero, a mi familia por apoyarme en todo el proceso que me ha llevado a este punto, con un largo camino recorrido y con muchas puertas abiertas. Al tutor del proyecto, por haber estado aquí todo este tiempo, me ha hecho volver a encontrar el norte, me ha guiado con toda su paciencia, incluso en los momentos donde ya había perdido la esperanza de completar este proyecto. Quiero agradecer también al personal de los buques que he visitado, que me explicaron la situación real del avance de la normativa en los buques del sector, ofreciéndome una nueva visión del proyecto con la que lo pude encaminar hacia un objetivo en el cual obtuviera unas conclusiones que sirvieran para progresar en el conocimiento sobre el sector marítimo, la normativa SEEMP, su afectación al sector marítimo español, y los cambios que puede llegar a provocar esos efectos a medio y largo plazo.

Por supuesto gracias a todas esas personas que desde un momento u otro me han apoyado para conseguir que este proyecto tire adelante. Y haya llegado a buen puerto.